

KOLLOID ZEITSCHRIFT

ZEITSCHRIFT FÜR REINE UND ANGEWANDTE KOLLOIDWISSENSCHAFT
EINSCHLIESSLICH DER MAKROMOLEKULAREN SUBSTANZEN

Zur Zeit vereinigt mit den Kolloid-Beiheften. Organ f. d. Veröffentlichungen der Kolloid-Gesellschaft

Herausgegeben von

F. HORST MÜLLER
MARBURG/LAHN

JOACHIM STAUFF
FRANKFURT/MAIN

Referatenteil: **E. ÜHLEIN**, Frankfurt a. M. · Patentteil: **J. REITSTÖTTER**, München

Band 173	Dezember 1960	Heft 2
----------	---------------	--------

INHALT

Originalarbeiten

Aus dem Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem

Kanig, Gerhard, Untersuchungen über Schmelz- und Gefriervorgänge in konzentrierten Lösungen und gesättigten Gelen (mit 32 Abbildungen in 33 Einzeldarstellungen und 2 Tabellen) . . . 97

From the Johns Hopkins University, Baltimore, Md. (USA)

Ericksen, J. L., Transversely Isotropic Fluids (with 3 figures) . . . 117

From the Department of Colloid Science, University of Cambridge, Cambridge (England)

Ottewill, R. H. and A. Watanabe, Studies on the Mechanism of Coagulation (with 5 figures and 4 tables) . . . 122

From the Faculty of Science, University of Alexandria, Department of Chemistry, Alexandria, Egypt (UAR)

Sadek, Hussein and F. Z. Saleeb, Behavior of Hydrochloric Acid Solutions Containing Stannic Acid (with 4 figures and 5 tables) . . . 128

Aus der filtertechnischen Forschungsabteilung der Seitz-Werke GmbH., Bad Kreuznach

Wilke, H., Proteinanreicherung durch Ultrafiltration größerer Flüssigkeitsmengen mit Vibrator-Filtern (mit 4 Abbildungen) . . . 133

From the Chemistry Department, St. John's College, Agra (India)

Srivastava, S. N., Effect of Environmental Changes on Solid Stabilised Emulsions (with 4 tables) 137

Fortsetzung siehe 2. Umschlagseite

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG · DARMSTADT

Tagungsberichte

Lange, H. (Düsseldorf), Bericht über den III. Internationalen Kongreß für Grenzflächenaktive Stoffe in Köln vom 12. bis 17. September 1960 141

Buchbesprechungen 143

Referate 145

Autorenregister zu Band 171—173 165

Sachregister zu Band 171—173 180

FORTSCHRITTE DER PHYSIKALISCHEN CHEMIE

Herausgegeben von Prof. Dr. W. Jost-Göttingen

Band 1. W. Jost-Göttingen, **Diffusion.** Methoden der Messung und Auswertung. X, 177 Seiten mit 57 Abb. und 19 Tab. 1957. Kart. DM 25,—

Band 2. H. Röck-Trostberg/Obb., **Ausgewählte moderne Trennverfahren zur Reinigung organischer Stoffe.** VIII, 169 Seiten mit 114 Abb. und 33 Tab. 1957. Kart. DM 24,—

Band 3. E. F. Greene und J. P. Toennies-Providence, R. I., **Chemische Reaktionen in Stoßwellen.** Übersetzt von H.-G. Wagner-Göttingen. XV, 202 Seiten mit 85 Abb. und 15 Tab. 1959. Kart. DM 25,—

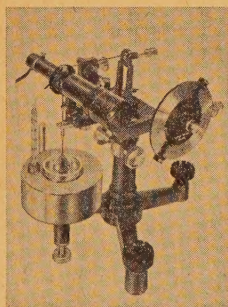
Band 4. B. Honigmann-Ludwigshafen, **Gleichgewichts- und Wachstumsformen von Kristallen.** XII, 161 Seiten mit 79 Abb. und 12 Tab. 1958. Kart. DM 26,—

Band 5. H. Röck-Trostberg/Obb., **Destillation im Laboratorium.** Extraktive und azeotrope Destillation. XIII, 164 Seiten mit 65 Abb. und 24 Tab. 1960. Kart. DM 26,—

Band 6. Z. G. Szabó-Szeged, **Fortschritte in der Kinetik der homogenen Gasreaktionen.** Etwa X, 210 Seiten mit 16 Abb. 1961. Kart. ca. DM 32.—

Die Sammlung wird fortgesetzt.

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG · DARMSTADT



KRÜSS

Mikro-Photometer
Monochromatoren
Spektrographen
Spektroskope
Kolorimeter
Tensiometer
Photometer

A. KRÜSS
HAMBURG 39
Gerlitzstraße 31

Interfacial Tensiometer nach Lecomte de Noüy zum Messen der Oberflächen- und Grenzflächenspannungen von Flüssigkeiten

Dringend gesucht:

Kolloid-Zeitschrift

Band 134, Heft 2 und 3

Band 135, Heft 1.

Angebote erbeten

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG

Darmstadt · Holzhofallee 35

Diesem Heft liegt eine Einbanddeckel-Bestellkarte des **Dr. Dietrich Steinkopff Verlages, Darmstadt**, bei. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

Aus dem Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem

Untersuchungen über Schmelz- und Gefriervorgänge in konzentrierten Lösungen und gesättigten Gelen *)

Von Gerhard Kanig **)

Mit 32 Abbildungen in 33 Einzeldarstellungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 27. August 1960)

Einleitung

W. Kuhn und Mitarb. haben in mehreren Arbeiten (1–6) die Kristallisation einer Flüssigkeit in einem bis zur Sättigung gequollenen Gel nach dem Verfahren der thermischen Analyse untersucht. Obwohl gesättigte Gele die Aktivität $a_1 = 1$ haben und damit nach

$$T_0 - T = - \frac{R \cdot T_0 \cdot T}{L_{\text{Schm}}} \cdot \ln a_1 \quad [1]$$

$T_0 - T$ = Gefrierpunktsdepression

L_{Schm} = molare Schmelzwärme

a_1 = Aktivität des Lösungs- bzw. Quellungsmittels

keine Gefrierpunktsdepressionen zeigen dürfen, beobachteten sie z. T. starke Gefrierpunktsdepressionen. Diese führten sie auf die Kleinheit der Kriställchen zurück, die durch die Größe der Maschen des im Gel vorliegenden Netzwerkes aus vernetzten Kettenmolekülen bedingt ist, nach der Isobaren von Thomson-Gibbs (7).

$$T_0 - T = \frac{4 \cdot V'' \cdot T_0 \cdot \sigma}{L_{\text{Schm}} \cdot h} \quad [2]$$

V'' = Molyvolumen der kristallinen Phase

σ = spez. Oberflächenenergie Kristall/Schmelze

h = Kantenlänge des als Würfel gedachten Kriställchens

Zur Untersuchung gelangten Gele aus durch Polycondensation miteinander vernetzter Polyacrylsäure und Polyvinylalkohol, gequollen in Wasser, und aus vulkanisiertem Kautschuk, gequollen in Benzol.

*) Als Habilitationsarbeit eingereicht an der Technischen Universität Berlin am 2. 12. 1958.

Abschnitt 3. C. wurde beim Internationalen Symposium über Makromoleküle in Wiesbaden, 12. bis 17. 10. 1959, vorgetragen.

**) Jetzt: Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG, Ludwigshafen am Rhein.

Der Verfasser untersuchte volumetrisch Gefrier- und Schmelzvorgänge in konzentrierten hochpolymeren Lösungen und in gesättigten Gelen. Dabei konnten z. T. sehr stark unterkühlt erfolgende Erstarrungen beobachtet werden, so daß für die Anwendung der Gleichungen [1] und [2] nicht die beobachteten Gefrierpunktsdepressionen benutzt werden konnten, sondern nur die Schmelzpunktsdepressionen.

Es wurden einerseits konzentrierte Lösungen von Polystyrolen verschiedenen Molekulargewichts in Naphthalin und andererseits gesättigte Gele aus verschiedenen stark vernetzten Polystyrolen und Naphthalin untersucht. Die Untersuchungen bestätigen im Prinzip die Vorstellungen von W. Kuhn und Mitarb. über die Auskristallisation einer Flüssigkeit in einem gesättigten Gel. In einigen Einzelheiten allerdings kommt die vorliegende Arbeit zu anderen Ergebnissen.

Auf Grund der Beobachtung, daß die Unterkühlung der Proben nur sehr langsam durch die einsetzende Kristallisation aufgehoben wurde, müssen die durch W. Kuhn und Mitarb. gemessenen Gefrierpunktsdepressionen (Gesamtdauer der Messung nur ca. 45–90 min!) im Hinblick auf ihre Brauchbarkeit für Gleichung [1] und [2] zweifelhaft erscheinen.

Darüber hinaus gelingt es, in der Arbeit mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungen und mittels Kleinwinkelstreuungsmessungen mit Röntgenstrahlen aus den Volumenmessungen an den gesättigten Gelen volumenstatistische Verteilungskurven der gebildeten Kriställchen anzugeben und die spezifische Grenzflächenenergie Kristall/Schmelze für Naphthalin zu errechnen.

2. Allgemeines über Schmelz- und Gefrierpunktserniedrigungen

A. Schmelzen und Gefrieren von Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtssystemen

Befindet sich eine reine Schmelze mit ihrer kristallinen Phase im thermodynamischen Gleichgewicht, so stimmt der Schmelz- mit dem Gefrierpunkt überein – er ist ein echter Gleichgewichtstempératurepunkt. Erwärmt man dieselbe kristalline Phase von einer tieferen Temperatur aus, so wird sie normalerweise bei der eben genannten Gleichgewichtstempérature aufschmelzen.

Die Vorstellung von F. A. Lindemann (8), daß das Schmelzen hervorgerufen wird durch einen Zusammenbruch des Kristallgitters infolge der zu groß gewordenen thermischen Schwingungen der Gitterbausteine, darf heute als widerlegt gelten. Das Schmelzen eines Kristalls beginnt im Sinne von G. Tammann (9) von der Oberfläche des Kristalls aus und ist ein Auflösen in der eigenen Schmelze. Grundsätzlich muß nun für die Neubildung der flüssigen Phase eine Keimbildung gefordert werden, die zur Folge hätte, daß der Kristall überhitzt werden könnte (10). Wird aber der Kristall von der eigenen Schmelze vollständig benetzt, dann ist die Keimbildungsarbeit sehr gering oder Null; eine Keimbildung ist dann nicht nötig.

I. N. Stranski (11, 12) konnte nun zeigen, daß die dicht gepackten Gleichgewichtsflächen eines Kristalls nicht vollständig benetzbar sind und daher, wie M. Volmer und O. Schmidt (13) an gut ausgebildeten Flächen des Galliums nachwiesen, überhitzt werden können. Es werden aber am Realkristall auf diesen Flächen stets Störstellen in Form von Verunreinigungen oder Gitterstörungen vorhanden sein, die ihrerseits benetzbar sind und von denen aus der Schmelzvorgang auch auf den nichtbenetzbaren Flächen eingeleitet wird ohne Verzögerungserscheinungen durch Überhitzung. Die flüssige Phase entsteht dann einfach durch Verschieben der Phasengrenzfläche Kristall/Schmelze. Der Schmelzvorgang wird daher in Wirklichkeit immer an der Gleichgewichtstempérature einsetzen. Häufig beobachtet man aber umgekehrt, wenn man die reine Schmelze von einer höheren Temperatur aus abkühlt, daß diese erst unterhalb der Gleichgewichtstempérature spontan erstarrt. Der beobachtete Gefrierpunkt ist also oft kein Gleichgewichtstempératurepunkt. Man kann beobachten, daß diese Gefrierpunkte um so tiefer liegen, je reiner die Substanz ist.

Zahlreiche Arbeiten von Tammann, Volmer und Stranski zeigen die komplizierten Verhältnisse beim Kristallwachstum. Voraussetzung für die Entstehung der kristallinen Phase ist die Entstehung von Kristallkeimen. Sie sind zwar instabil, werden aber hin und wieder durch Entropieschwankungen aus kleinsten Aggregaten gebildet. Die Keimbildungsgeschwindigkeit nimmt mit abnehmender Temperatur zu, gleichzeitig nimmt aber die Viskosität zu und erschwert zunehmend die Orientierung der Moleküle zu einem Kristallkeim, so daß also die Keimbildungsgeschwindigkeit bei abnehmender Temperatur zunächst zunimmt, dann ein Maximum erreicht und schließlich abnimmt. Die anfänglich starke Zunahme der Keimbildungsgeschwindigkeit bei sinkender Temperatur ist aber die Ursache dafür, daß die meisten Flüssigkeiten erst unterhalb des normalen Gleichgewichtsgefrierpunktes erstarren. Kühlt man so schnell und so stark ab, daß die Keimbildungsgeschwindigkeit wieder sehr klein ist, so kann man viele Flüssigkeiten in unterkühlte Flüssigkeiten überführen, die lange Zeit flüssig bleiben, weit unter dem normalen Gleichgewichtsgefrierpunkt. Einen sehr großen Einfluß auf die Keimbildung üben Fremdkörper aus, und zwar meistens in dem Sinne, daß die Keimbildung ohne merkliche Unterkühlung einsetzt und damit auch die weitere Auskristallisation. In diesem Falle würde dann der Gefrierpunkt annähernd ein Gleichgewichtstempératurepunkt sein.

Wegen all dieser Schwierigkeiten sollte man daher grundsätzlich in Zusammenhang mit Gleichgewichtsbetrachtungen einen gemessenen Gefrierpunkt mit viel größerem Mißtrauen betrachten als einen gemessenen Schmelzpunkt und daher besser *Schmelzvorgänge messen und nicht Erstarrungsvorgänge*. Dies gilt besonders für *hochpolymere Lösungen und Gele*.

B. Fremdstoffe als Ursache von Schmelzpunktserniedrigungen

1. Allgemeines

Wie aus molekularkinetischen Betrachtungen hervorgeht (14, 15), ist die Schmelzpunktserniedrigung in einer Lösung auf den Verdünnungseffekt durch den gelösten Stoff zurückzuführen.

Die Erklärung von R. Haul (16), daß die Schmelzpunktserniedrigung durch die auflockernde Wirkung der auf der Kristalloberfläche befindlichen Fremdmoleküle verur-

sacht wird, dürfte in diesem Zusammenhang nicht richtig sein. Dieser Vorgang würde nur im Sinne von *I. N. Stranski* und *O. Knacke* (17, 18) zu einer Trachtenänderung (25) des Kristalls führen, indem durch die Adsorption der Fremdmoleküle an den einzelnen Kristallflächen verschieden große Erniedrigungen der entsprechenden spezifischen freien Grenzflächenenergien eintreten, die ein anderes Wachstumsverhältnis der Kristallflächen zueinander ergeben.

Bei der thermodynamischen Ableitung der Schmelzpunktserniedrigung durch Fremdstoffe kommt der Verdünnungseffekt durch das chemische Restpotential

$$\Delta\mu_1 = RT \ln a_1 \quad [3]$$

zum Ausdruck. Entsprechend der *Gibbs-Helmholtz*schen Beziehung ist

$$\Delta\mu_1 = \Delta H_1 - T\Delta S_1 \quad [4]$$

ΔH_1 = die differentielle Mischungswärme
 ΔS_1 = die differentielle Mischungsentropie

Für die Schmelzpunktserniedrigung ergibt sich allgemein

$$T_0 - T = - \frac{T_0}{L_{\text{Schm}}} \Delta\mu_1, \quad [5]$$

woraus sich für verdünnte mikromolekulare Lösungen das bekannte 2. *Raoult*sche Gesetz ableiten läßt.

2. Lineare Polymere

Für irreguläre Lösungen (mit Mischungswärmen!) von polymeren Stoffen ist nach der statistischen Theorie von *Flory* und *Huggins* (19, 20)

$$\Delta\mu_1 = RT \left[\ln X_1^* + \left(1 - \frac{1}{P}\right) X_2^* + \chi_1 X_2^{*2} \right]. \quad [6]$$

Dabei ist χ_1 ein Parameter, der die Güte des Lösungsmittels charakterisiert.

X_1^* = Grundmolenbruch des Lösungsmittels

X_2^* = Grundmolenbruch des Polymeren

P = Polymerisationsgrad

Für die Schmelzpunktserniedrigungen dieser Lösungen ergibt sich aus [5] und [6]

$$T_0 - T = - \frac{R \cdot T_0 \cdot T}{L_{\text{Schm}}} \left[\ln X_1^* + \left(1 - \frac{1}{P}\right) X_2^* + \chi_1 X_2^{*2} \right]. \quad [7]$$

3. Vernetzte Polymere

Läßt man eine chemisch vernetzte hochpolymere Substanz in einer geeigneten Flüssigkeit quellen, so hat sie zunächst einen sehr hohen osmotischen Druck bzw. Quellungs-

druck, der viele hundert Atmosphären betragen kann (21). Mit zunehmender Quellung sinkt aber der Quellungsdruck nicht nur, weil die Konzentration abnimmt, sondern – zum Unterschied von einer unvernetzten Substanz –, weil sich das Raumnetz immer mehr strafft und dadurch die einzelnen Maschenabschnitte immer unbeweglicher werden. Thermodynamisch gesehen bedeutet das, daß die Zahl der möglichen Anordnungen immer kleiner wird und dadurch eine Entropieverminderung eintritt (19, 22). *J. W. Breitenbach* und *H. P. Frank* (23) haben einen zusätzlichen „Netzanteil“ der Verdünnungsentropie eingeführt, so daß sich ergibt:

$$\Delta S_1 = \Delta S_{1N} + \Delta S_{1Mi}. \quad [8]$$

ΔS_{1N} = Netzanteil der Verdünnungsentropie
 ΔS_{1Mi} = Mischungsanteil der Verdünnungsentropie

Bei realen Mischungen mit negativer differentieller Mischungswärme ist aber der negative Anteil von ΔS_{1N} schließlich verantwortlich dafür, daß ΔS_1 negativ wird und schließlich bei maximaler Quellung zu

$$\Delta\mu_1 = \Delta H_1 - T\Delta S_{1N} - T\Delta S_{1Mi} = 0 \quad [9]$$

führt. Das bedeutet aber, daß nach Gleichung [3] die Aktivität $a_1 = 1$ wird und der Gleichgewichtsdampfdruck über dem maximal gequollenen Gel gleich dem Dampfdruck über dem reinen Quellungsmittel sein muß. Nach Gleichung [5] dürfte keine Gefrierpunktserniedrigung beobachtet werden. Im Gegensatz dazu haben aber nun *W. Kuhn* und Mitarb. (1–6) in derartigen Gelen Gefrierpunktserniedrigungen beobachtet. Sie sprechen daher von „anomalen Gefrierpunktserniedrigungen“. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden wir uns mit diesem Befund auseinandersetzen.

Für nicht sehr stark vernetzte Polymere ergibt sich nach *Flory* aus statistisch-thermodynamischen Überlegungen für $\Delta\mu_1$

$$\Delta\mu_1 = RT \left[\ln X_1^* + X_2^* + \chi_1 X_2^{*2} + \frac{1}{P_c} X_2^{*1/3} \right]. \quad [10]$$

P_c = Polymerisationsgrad des Netzmolekülabschnittes zwischen zwei Netzknoten.

C. Die Grenzfläche Kristall/Schmelze als Ursache von Schmelzpunktserniedrigungen

1. Die Thomson-Gibbs'sche Isobare

Übt die Änderung der Grenzfläche df zwischen zwei Phasen einen merklichen Einfluß auf die Änderung des thermodynamischen Potentials dg aus, was besonders bei sehr

kleinen Tröpfchen und Kriställchen der Fall ist, so ist für das 2-Phasensystem

$$dg = v dp - s dT + \sigma df + \mu dn + \mu'' dn'' \quad [11]$$

g = thermodynamisches Potential des Systems
 v = Volumen des Systems
 s = Entropie des Systems
 σ = spez. Grenzflächenenergie Kristall/Schmelze
 μ, μ'' = chem. Potentiale der flüssigen und festen Phase
 n, n'' = Molzahlen der flüssigen und festen Phase.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß der obige Ansatz nur so lange brauchbar ist, wie die Anzahl der an der Grenzfläche liegenden Moleküle einigermaßen vernachlässigbar ist gegenüber der Zahl, die im Innern der beiden Phasen sich befinden. Für das isotherme und isobare Gleichgewicht gilt dann

$$dg = 0 = (\mu'' - \mu) dn'' + \sigma df, \quad [12]$$

wenn $dn = -dn''$ den Stoffaustausch zwischen den beiden Phasen bestimmt. Das chemische Potential des Kristalls μ'' unterscheidet sich dann im Gleichgewicht von dem der Flüssigkeit μ um den Betrag

$$\mu'' - \mu = -\sigma \frac{df}{dn''}. \quad [13]$$

Es ist

$$d\mu - d\mu'' = \sigma dF, \quad [14]$$

wenn $F = \frac{df}{dn''}$ ist und $\sigma = \text{const.}$ gesetzt wird.

Untersucht man nun die isobare Änderung des Gleichgewichts Kriställchen – Schmelze, so erhält man mit

$$d\mu = -S dT \text{ und } d\mu'' = -S'' dT \\ -(S - S'') dT = -\frac{L_{\text{Schm}}}{T} dT = \sigma dF \quad [15]$$

(S und S'' = molare Entropien des flüssigen und festen Körpers, L_{Schm} = molare Schmelzwärme) und unter der Annahme, daß σ und L_{Schm} annähernd konstant bleiben, durch Integration

$$-L_{\text{Schm}} \ln \frac{T}{T_0} = \sigma (F - F_0). \quad [16]$$

Setzt man für $\ln \frac{T}{T_0} \approx \frac{T - T_0}{T_0}$ und berücksichtigt, daß $F \gg F_0$ ist, so ergibt sich für die Gefrierpunkterniedrigung ($T_0 - T$) durch Grenzflächeneinfluß

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} = \sigma F = \sigma \cdot \frac{df}{dn''}. \quad [17]$$

Dies würde aber voraussetzen, daß der feste Körper isotrop sei. In den meisten Fällen wird aber ein Kristall verschiedenartige Flächen besitzen mit unterschiedlichen

σ -Werten, wobei im Gleichgewicht die Gibbs'sche Bedingung

$$\Sigma f_i \sigma_i = \text{minimum} \quad [18]$$

bei konstantem Volumen erfüllt sein muß. Es ergibt sich daraus die Gleichgewichtsform, von der hier nur bei einer Gleichgewichtsbetrachtung die Rede sein kann (24, 10).

Man muß dann Gleichung [17] abwandeln in

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} \Sigma dn_i'' = \Sigma \sigma_i df_i, \quad [19]$$

wobei $dn'' = \Sigma dn_i''$ ist und dn_i'' die jeweilige über die Fläche f_i ausgetauschte differentielle Molzahl der festen Phase und σ_i und f_i die jeweiligen Werte der i -ten Fläche sind.

Führt man jetzt eine Betrachtung durch, wie sie I. N. Stranski (24) bei der Anwendung der Thomson-Gibbs'schen Isothermen auf Kriställchen durchgeführt hat, so kann man offenbar Gleichung [19] zerlegen in lauter einzelne Gleichungen der Form

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} dn_i'' = \sigma_i df_i. \quad [20]$$

Nun ist

$$\frac{df_i}{dn_i''} = \frac{V'' df_i}{dv_i''}, \quad [21]$$

wenn V'' das Molvolumen der festen Phase ist und dv_i der differentielle Zuwachs des Kristallvolumens beim Größerwerden der Fläche f_i um df_i . Da der Flächeninhalt einer jeden Kristallfläche proportional dem Quadrat der zugehörigen Zentraldistanz r_i dieser Fläche vom Kristallzentrum ist, ist

$$f_i = b \cdot r_i^2 \quad [22]$$

und

$$df_i = 2 b \cdot r_i dr_i \quad [23]$$

und entsprechend

$$dv_i = b r_i^2 dr_i \quad [24]$$

als Zuwachs des zur Fläche f_i gehörigen pyramidenförmigen Volumens v_i . Für $\frac{df_i}{dn_i''}$ erhält man schließlich

$$\frac{df_i}{dn_i''} = \frac{2 V''}{r_i}. \quad [25]$$

Eingesetzt in Gleichung [20] ergibt

$$T_0 - T = \frac{2 V'' T_0}{L_{\text{Schm}}} \cdot \frac{\sigma_i}{r_i}. \quad [26]$$

Das Ergebnis sagt aus, daß für alle Flächen der Gleichgewichtsform

$$\frac{\sigma_i}{r_i} = \text{const.} \quad [27]$$

sein muß, damit sich die gleiche Schmelzpunkterniedrigung $T_0 - T$ ergibt; dies ist

aber nichts weiter als die Forderung des Wulffschen Satzes (24).

Da die spezifischen Grenzflächenenergien σ_i von einzelnen Gleichgewichts-Kristallflächen nicht bekannt sind, auch summarische σ -Werte von Kristallen nicht genau gemessen worden sind, läßt sich über die Ausdehnung von Gleichgewichtsflächen nichts Genaues sagen (10).

Man wird daher nicht umhin können, die Kristalle alle als isometrische Polyeder, im einfachen Falle als Würfel, zu behandeln mit einem gemittelten, einheitlichen σ -Wert und daher Gleichung [26] auf den ganzen Kristall zu beziehen:

$$T_0 - T = \frac{2 V'' T_0}{L_{\text{Schm}}} \cdot \frac{\sigma}{r} \quad [28]$$

Wichtig ist, darauf hinzuweisen, daß ein winziges Kriställchen mit einer ausgedehnten Schmelzenmenge nur im instabilen Gleichgewicht steht.

Wollte man ein Würfelchen bis zur Kantenlänge $2r$ unter Beibehaltung eines ständigen Gleichgewichts zwischen Kristall und Schmelze wachsen lassen, so könnte das nur so geschehen, daß kontinuierlich für eine entsprechende Temperatursteigerung des Gesamtsystems im Sinne der Gleichung [28] gesorgt wird.

Bei adiabatischer Durchführung dieses Vorganges müßte die Menge der Schmelze jeweils so bemessen sein, daß die freiwerdende Kristallisationswärme die der Gleichung [28] entsprechende Temperaturänderung des Systems herbeiführt.

Eine Untersuchung von B. Honigmann, K. Molière und I. N. Stranski (35) zeigt, daß die Thomson-Gibbssche Beziehung bis zu sehr kleinen Kriställchen gültig bleibt.

2. Beeinflussung des Wachstums eines Kriställchens durch ein Hindernis

a) Ein Faden als Hindernis. W. Kuhn (5) untersucht in einer Arbeit die Beeinflussung des Wachstums eines Kristallwürfelchens durch einen Molekelfaden, der das Würfelchen umspannt. Die Kristallisationstemperatur, bei der das Würfelchen beginnen würde, den Faden zu umwachsen, sollte demnach fast doppelt so niedrig liegen wie diejenige, die auf Grund der Thomson-Gibbsschen Gleichung [28] der Würfelchengröße zukommt. W. Kuhn setzt aber dabei voraus, daß das Kriställchen die Würfelgestalt, also seinen Habitus (25), beibehält. Man kann aber leicht zeigen, daß eine

Habitusänderung zu erwarten ist und das Kriställchen dann ohne besondere Temperaturniedrigung den Faden zu umwachsen beginnt.

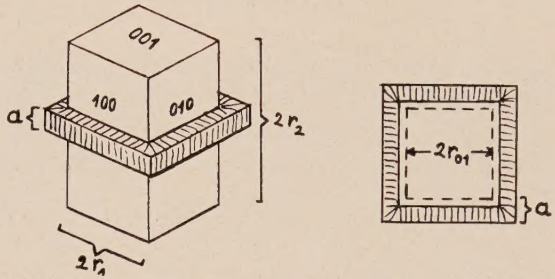


Abb. 1. Mikrokristall von einem Faden umschlossen

Nach Gibbs gilt im Gleichgewicht Gleichung [18]. In unserem Falle muß dann bei Erhaltung der Tracht (25)

$$\Sigma \sigma df_i + \Sigma \sigma^* df_i^* = \sigma \Sigma df_i + \sigma^* \Sigma df_i^* = \sigma df + \sigma^* df^* = 0 \quad [29]$$

bei konstantem Volumen sein, wenn

σ = spez. Grenzflächenenergie Kristall-Schmelze

σ^* = spez. Grenzflächenenergie Kristall-Faden

f = Gesamtgrenzfläche Kristall-Schmelze

f^* = Gesamtgrenzfläche Kristall-Faden

ist.

Für die Gesamtgrenzfläche Kristall-Schmelze ergibt sich aus Abb. 1:

$$f = 8 r_1^2 + 16 r_1 r_2 - 8 r_1 a \quad [30]$$

und für diejenige Kristall-Faden

$$f^* = 8 r_{01} a + 2 (4 r_1^2 - 4 r_{01}^2) \quad [31]$$

$2 r_{01}$ = Innenseitenlänge des Fadenquadrates (s. Abb. 1 b)

Das Gesamtvolumen des Kriställchens ist dann:

$$v'' = n'' V'' = 8 r_1^2 r_2 - (4 r_1^2 - 4 r_{01}^2) a \quad [32]$$

Aus [30], [31] und [32] ergibt sich mit Rücksicht auf [29]

$$r_2 = \left(1 + \frac{\sigma^*}{\sigma}\right) r_1 + \frac{a}{2} \quad [33]$$

Das Ergebnis sagt aus, daß beim Überwachsen eines Fadens nicht mehr der Würfel die Gleichgewichtsform des Kristalls bleibt, sondern eine Habitusänderung auftritt und eine quadratische Säule entsteht mit dem Querschnitt $4 r_1^2$ und der Höhe

$$2 r_2 = 2 \left(1 + \frac{\sigma^*}{\sigma}\right) r_1 + a \quad (\text{s. Abb. 1}).$$

Zur Berechnung der Abhängigkeit des Schmelzpunktes von dieser Gleichgewichtsform kann man vom Ansatz [19] ausgehen und schreiben, entsprechend wie in [29]:

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} = \sigma \frac{df}{dn''} + \sigma^* \frac{df^*}{dn''} \quad [34]$$

Durch Einsetzen von [33] in [32] und in [30] und durch darauffolgende Differenzierung errechnet sich

$$\frac{df}{dn''} = \frac{2 \left(3 + 2 \frac{\sigma^*}{\sigma} \right) V''}{3 \left(1 + \frac{\sigma^*}{\sigma} \right) r_1 + a} \quad [35]$$

Entsprechend ergibt sich für

$$\frac{df^*}{dn''} = \frac{2 V''}{3 \left(1 + \frac{\sigma^*}{\sigma} \right) r_1 + a} \quad [36]$$

Setzt man [35] und [36] in [34] ein, so bekommt man

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} = \frac{2 (\sigma + \sigma^*) V''}{\left(1 + \frac{\sigma^*}{\sigma} \right) r_1 + \frac{a}{3}}, \quad [37]$$

und wenn, wie bei einem Molekelfaden, $a \ll r_1$ ist und dieser vollständige Benetzbarkeit (Solvatisierung) zeigt ($\sigma = \sigma^*$),

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} \approx \frac{2 \sigma V''}{r_1} \quad [38]$$

Durch Einsetzen von [33] in [38] erhält man entsprechend

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} \approx \frac{2 \sigma V''}{\frac{r_2}{2}} \quad [39]$$

Man kommt durch dieses Ergebnis zur folgenden Darstellung: Ein Würfelchen wird bei reversibler Prozeßführung unter den auf Seite 101 geschilderten Bedingungen zunächst in Würfelform bei steigender Temperatur weiterwachsen können, bis es gerade vom Molekelfaden umschlossen wird. Jetzt aber kann das Kriställchen nur durch Änderung seines Habitus (Säulenform), wobei für die 100- und 010-Flächen Gleichung [38] und für die 001-Flächen Gleichung [39] gilt (Abb. 1a), reversibel über den Faden hinwegwachsen. Formal benehmen sich jetzt die durch den Molekelfaden aufgeteilten beiden Hälften der quadratischen Säule nach [38] wie zwei Würfelchen von der Kantenlänge $2r_1$. Nur wenn $\sigma^* \ll \sigma$ wäre [33], d. h. also bei starker Herabsetzung der spezifischen Oberflächenenergie durch die Adsorption des Molekelfadens auf der Kristalloberfläche (17, 18), würde der Molekelfaden praktisch unter Beibehaltung der Würfelform umwachsen werden.

Nach dem völligen Umwachsen des Fadens aber würde das Kriställchen wieder Würfelform annehmen und in dieser weiterwachsen. Der Schritt vom Würfel zum neuen Habitus und wieder zurück zum Würfel läßt sich jedesmal isotherm reversibel gestalten, während das Wachsen in Würfelgestalt einerseits und das Wachsen im anderen Habitus über den Faden hinweg andererseits in dem Maße reversibel zu verwirklichen sind, wie die Temperatur entsprechend Gleichung [28] bzw. [38] und [39] steigt.

Das Umwachsen des Fadens durch den Kristall verlangt demnach keine fast doppelt erniedrigte Kristallisationstemperatur, wie sie W. Kuhn (5) erwartet.

b) *Drei Fäden als Hindernis.* Es soll jetzt ein Kristallwürfelchen von der Kantenlänge $2r_0$ von drei Fäden in der Art, wie es in Abb. 2 dargestellt ist, umschlossen werden. Unter welchen Bedingungen wird der Kristall die Fäden umwachsen? Es soll vorausgesetzt werden, daß keine neuen Flächen auftreten, also die Tracht erhalten bleibt. Wegen der gleichen Art der Störung auf allen Flächen wird auch keine Änderung des Habitus zu erwarten sein. Der Würfel wird also auch in Würfelform über die Fäden hinwegwachsen.

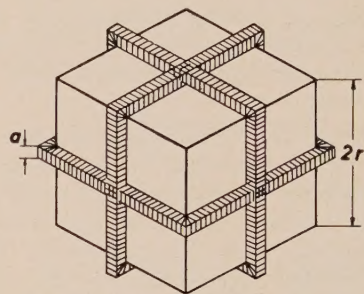


Abb. 2. Mikrokristall von drei Fäden umschlossen

Zur Berechnung der Kristallisationstemperatur, bei der er dies tut, wird wieder Gleichung [19] in der Form [34] benutzt. Dann ist entsprechend Abb. 1

$$f = 24 r^2 - 24 r a + 6 a^2 \quad [40]$$

$$f^* = 48 r_0 a - 6 a^2 + 24 r^2 - 24 r_0^2 - 24 a r \quad [41]$$

und

$$n'' V'' = 8 r^3 - 12 r^2 a + 12 r_0^2 a + 6 a^2 r - 6 a^2 r_0 \quad [42]$$

und weiter folgt durch Differentiation der drei Gleichungen

$$\frac{df}{dn''} = \frac{(48 r - 24 a) V''}{24 r^2 - 24 a r + 6 a^2} \quad [43]$$

und

$$\frac{df^*}{dn''} = \frac{(48 r - 24 a) V''}{24 r^2 - 24 a r + 6 a^2} \quad [44]$$

Setzt man nun [43] und [44] in [34] ein, so erhält man schließlich

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} = \frac{2 (\sigma + \sigma^*) V''}{r - \frac{a}{2}} \quad [45]$$

Würde es sich nun wieder um Molekelfäden handeln ($a \ll r$), die solvatisiert sind, so wäre $\sigma = \sigma^*$ (s. Seite 101), und aus [45] wird

$$\frac{T_0 - T}{T_0} L_{\text{Schm}} \approx \frac{2 \sigma V''}{\frac{r}{2}} \quad [46]$$

Das Ergebnis zeigt, daß das Würfelchen erst bei einer doppelt so stark erniedrigten Temperatur um die Fäden weiterwachsen würde wie ein gleich großes, aber ohne Hindernis. Anders ausgedrückt zeigt das um die Fäden wachsende Würfelchen von der Kantenlänge $2r$ die gleiche Gefrierpunktsdepression wie die formal durch die Aufteilung entstandenen acht Würfelchen (s. Abb. 2) mit der Kantenlänge r . Im Sinne der Gleichung [26] sind die durch die Fäden abgegrenzten Flächen für die Gefrierpunktsdepression verantwortlich. Erst dieses Beispiel zeigt den stark erniedrigten Gefrierpunkt, der von W. Kuhn (5) schon am Beispiel des vorigen Abschnittes C. 2a erwartet wurde.

3. Die Auskristallisation einer Flüssigkeit in einem gequollenen vernetzten Polymeren

Auf Grund des Ergebnisses des Abschnittes C. 2b kann man sich leicht klarmachen, daß eine noch größere Anzahl um ein Kriställchen herumgelegter Molekülfäden viele sehr kleine Flächen auf der Oberfläche abteilen würde, die ein Vielfaches an Gefriertemperaturerniedrigungen verlangen, um weiterwachsen zu können. Diese Verhältnisse wird aber ein Kriställchen vorfinden, das in einem von einem molekularen Netzwerk erfüllten Gel auskristallisieren muß.

Abb. 3 zeigt als Modell ein bis zur Sättigung gequollenes Gel, wobei für das molekulare Netzwerk eine statistische Verteilung der Maschenweiten zu erwarten ist. In dem Modell kommt zum Ausdruck, daß die Netzabschnitte noch beachtlich mehr gestrafft werden könnten.

Wie W. Kuhn und H. Majer (4) an Polykondensaten aus Polyacrylsäure und Polyvinylalkohol zeigen konnten, haben Gele im gequollenen Sättigungszustand (eine Probe enthielt 75% Wasser, die andere 96% Wasser) noch eine beachtliche Kautschukelastizität. So konnte eine Lamelle von 1 mm^2 Querschnitt durch 17 g Belastung auf das Doppelte gedehnt werden. Es können dem-

nach die Netzfäden in einem gesättigten Gel noch weiter entknäueln, d. h. gestrafft werden, etwa durch wachsende Mikrokristalle im Innern des Gels. Diese schieben, soweit es der Vernetzungsgrad zuläßt, das molekulare Netzwerk zusammen, so daß zwischen den



Abb. 3. Zweidimensionales Modell eines bis zur Sättigung gequollenen Gels

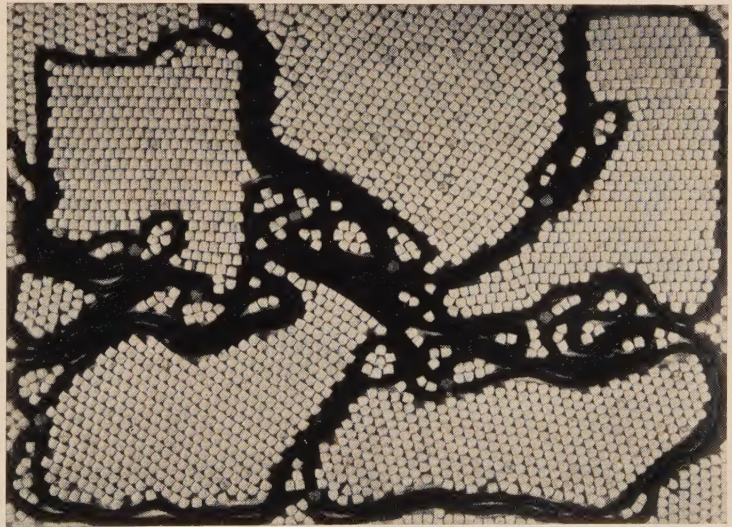


Abb. 4. Mikrokristalle im Gel

einzelnen Kriställchen je nach Quellungsgrad sehr dünne Wände bzw. bandartige Stränge entstehen (Abb. 4). Das Zusammenschieben des Netzwerkes ist möglich unter Beanspruchung seiner „Kautschukelastizität“, d. h. bei entropievermindernder Entknäuelung der Kettenmolekülabschnitte des Netzes. Dabei tritt gleichzeitig Entquellung ein in der Weise, daß die Aktivität $a_1 \approx 1$ des Quellungsmittels zwischen dem zusammengeschobenen Netzwerk erhalten bleibt (Abschnitt B. 3).

Wegen des instabilen Gleichgewichtes zwischen einem Kriställchen und der Schmelze (s. Seite 101) werden in einem sich abkühlenden Gel die sich bildenden *Kristallkeime spontan auswachsen*, soweit es die weggeschobenen Netzabschnitte zulassen. Die entstandenen Mikrokristalle sind dann je nach Quellungsgrad von mehr oder weniger viel Netzwerkfäden umschlossen, welche die Oberfläche der Kriställchen in mehr oder weniger verschieden große Teilflächen aufteilen. Ein Kriställchen wird erst dann in Form eines „Aufsitzers“ über seiner größten Teilfläche weiterwachsen können, wenn die Temperatur nach dem vorher Gesagten entsprechend Gleichung [26] tief genug liegt. Beim spontanen Auskristallisieren des „Aufsitzers“ werden die vorher vom Kriställchen beiseitegeschobenen Netzmolekülabschnitte noch zusätzlich tangential zusammengeschoben.

Da nun einerseits nicht erwartet werden kann, daß sich in jeder Netzmasche ein Kristallkeim bildet, und andererseits jeder spontan wachsende Mikrokristall bzw. „Aufsitzer“ die Tendenz hat, möglichst groß auszuwachsen, gelangt man zu der oben erwähnten Vorstellung, daß in einem auskristallisierten Gel das Netzwerk *nicht mehr in molekularer Feinheit vorliegt, sondern in Form von Wänden und bandartigen Strängen zwischen den Mikrokristallen zusammengedrängt* ist unter Beibehaltung der Aktivität $a_1 \approx 1$.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden elektronenmikroskopische Aufnahmen diese Vorstellung bestätigen.

3. Volumetrische Untersuchungen der Schmelz- und Gefriervorgänge

A. Experimentelles

Das Verfahren der *thermischen Analyse* ist eine beliebte Methode, um Gefriertemperaturen von Lösungen zu bestimmen (26). Dabei erstarrt die Lösung meistens erst dann, wenn sie unterkühlt wird (Abschnitt 2. A.). Die freiwerdende Kristallisationswärme hat dann dafür zu sorgen, daß die Lösung bis auf die Gleichgewichtsgefriertemperatur wiedererwärmt wird.

In neuester Zeit zeigt gerade wieder eine Arbeit von *Tōru Kawai* (27), daß dies besonders bei konzentrierten Polymer-Lösungen mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. So bezweifelt *Kawai*, daß er bei konzentrierteren Polystyrol-Benzol-Lösungen trotz schnellen Rührens und langsamer Abkühlungsgeschwindigkeit wegen der hohen Viskosität wirklich die wahren Gleichgewichtsgefriertemperaturen gemessen hat.

In den Arbeiten von *W. Kuhn* und Mitarb. werden diese Schwierigkeiten, die bei den von ihnen untersuchten gesättigten Gelen sicher nicht kleiner sind, überhaupt nicht diskutiert. Die von ihnen gemessenen Gefriertemperaturen müssen daher als Gleichgewichtstemperaturen fragwürdig erscheinen, um so mehr, als hier nicht einmal die Proben gerührt werden konnten.

Untersucht man bei einem reinen Stoff die Volumenänderung in Abhängigkeit von der Temperatur, so tritt am Schmelzpunkt eine diskontinuierliche Änderung des Volumens auf (28). Die in Abb. 5 gezeigte Naphthalinkurve ist eine Aufschmelzkurve. Sie zeigt den

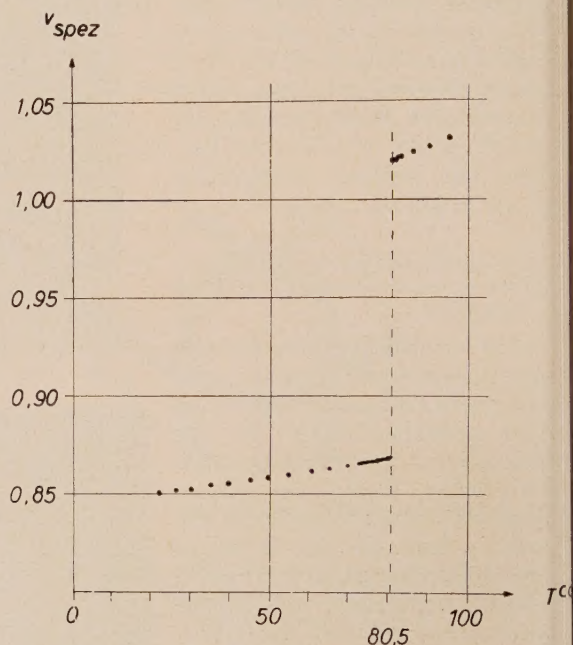


Abb. 5. Reines Naphthalin

Gleichgewichtsschmelzpunkt des reinen Naphthalins von 80,5° C an. Die *Volumenmessungen* haben den vorher erwähnten Messungen gegenüber den großen Vorteil, daß *schwierigere Schmelz- oder Gefriervorgänge direkt verfolgt* werden können, und zwar *in beliebiger Zeitdauer*.

In der vorliegenden Arbeit wurden nun einmal konzentrierte Lösungen aus Polystyrol verschiedenen Molekulargewichts und Naphthalin und zum anderen gesättigte Gele aus verschieden stark vernetztem Polystyrol und Naphthalin volumetrisch untersucht.

Die Volumenmessungen wurden mit Dilatometern ausgeführt nach einer Methode, die sich auch in anderen Arbeiten bewährt hat, z. B. (29, 30). Während der Messung waren die Proben von Quecksilber vollständig umgeben. Die *Meßdauer einer Volumenkurve erstreckte sich im Durchschnitt über einen Zeitraum von 4–7 Tagen*. Bei jedem Meßpunkt wurde die Temperatur so lang konstant gehalten, bis das Volumen sich praktisch nicht mehr änderte.

Tabelle 1

Konzentrierte Polystyrol-Naphthalin-Lösungen

Proben bestehen aus:

 56,5 Gewichts-% Naphthalin und
 43,5 Gewichts-% Polystyrol verschiedenen Molekulargewichtes.

Probe	$\bar{M}$	$\bar{P}$	$T_0 - T$	T in °C	T_{U_1} in °C	T_{U_2} in °C	χ_1
1	312	3,00	18,0	62,5	49		0,02
2	878	8,45	9,5	71,0	61	57	0,28
3	2220	21,3	5,5	75,0	74		0,44
4	15700	151	5,5	75,0	68,5	67	0,36
5	93400	898	5,5	75,0	62		0,35
6	282000	2710	5,5	75,0	70	60	0,35

$\bar{M}$ und $\bar{P}$ = Mittleres Molekulargewicht und Polymerisationsgrad des Polystyrols (durch Fraktionierung gewonnen)

$T_0 - T$ = Schmelzpunktsdepression der Mischung
 T in °C = Schmelztemperaturen der Mischungen, Knickpunkte der Aufschmelzkurven (Kreise und Punkte) in den Abb. 10–15

T_{U_1} in °C = Erstarrungstemperatur der unterkühlten Mischungen bei langsamer Abkühlung im Laufe von 1 Woche (x in Abb. 10–15)

T_{U_2} in °C = Erstarrungstemperatur der unterkühlten Mischungen bei schnellerer Abkühlung im Laufe von 1½ Stunden (+ in Abb. 10–15)

χ_1 = Hugginssche Konstante (s. Abschnitt 2. B. 2.)

B. Konzentrierte Polystyrol-Naphthalin-Lösungen

1. Untersuchungen über den Zustand der auskristallisierten Phase

Für die dilatometrischen Untersuchungen wurden zunächst sechs konzentrierte Lösungen aus 43,5 Gewichts-% Polystyrol und 56,5% flüssigem Naphthalin hergestellt, wobei das Polystyrol jedesmal ein anderes Molekulargewicht hatte (s. Tab. 1). Die Proben wurden zehn Tage lang bei 90° C in flüssigem Zustand gehalten und immer wieder umgewälzt, um ein inniges Vermischen herbeizuführen. Dann wurden sie aus dem Thermostaten herausgeholt und auf Zimmertemperatur abgekühlt; hierbei kristallisierte das Naphthalin.

Die Abb. 6–9 zeigen Röntgenaufnahmen einzelner Proben.

Es wurde jedesmal aus einem etwa gleich großen Scheibchen (ca. 0,1–0,2 mm dick) ein Ausschnitt von 0,1 mm Ø mit K_α -Strahlung des Kupfers in einer Laue-Kamera 5–10 Stunden lang umgedreht durchstrahlt. Sie lassen qualitativ recht gut erkennen, daß mit zunehmender Kettenlänge des Polystyrols bei gleichbleibender Konzentration das Naphthalin zwischen den Ketten gezwungen wird, in immer kleineren Kriställchen auszukristallisieren. In der langkettigen Probe 6 sind offenbar derartig viele und entsprechend sehr kleine Kriställchen enthalten, daß ihre Aufnahme (Abb. 9) wie eine gedrehte Pulveraufnahme wirkt.

Abb. 6–9. Röntgenaufnahmen der kristallisierten Polystyrol-Naphthalin-Lösungen


 Abb. 6. Probe 1: ($\bar{M} = 312$)

 Abb. 7. Probe 3: ($\bar{M} = 2220$)

 Abb. 8. Probe 5: ($\bar{M} = 93400$)

 Abb. 9. Probe 6: ($\bar{M} = 282000$)

Eine Abschätzung von *E. Jensen* (31) zeigt, daß bei einer Pulveraufnahme die mittlere Korngröße ca. $1\ \mu$ betragen muß, wenn die Bestimmung der integralen Intensität auf mindestens 2–3% genau sein soll und das Präparat bei der Aufnahme nicht gedreht wird.

Daraus kann geschlossen werden, daß die Kriställchen in den langkettigen Proben Nummer 5 und 6 (Abb. 8 und 9) im Mittel sicher kleiner als $1\ \mu$ sind.

Die Aufnahmen von den Proben 1–4 (Abb. 6 und 7) zeigen aber, daß hier die Beweglichkeit der Ketten noch groß genug ist, um das Auswachsen von relativ großen Kriställchen des Naphthalins zuzulassen.

In diesem Zusammenhang ist eine Arbeit von *J. Breitenbach* und *A. J. Renner* (32) interessant, die bei kryoskopischen Untersuchungen in der ausgeschiedenen kristallinen Benzolphase genausoviel Polystyrol fanden wie in der zurückgebliebenen Lösung. Sie bemerkten dazu, daß offenbar die Beweglichkeit der Polystyrolketten als Ganzes zu gering ist, um bei der während der kryoskopischen Messung vorhandenen Kristallisationsgeschwindigkeit des Benzols von den Stellen, an denen sich festes Benzol bildet, wegdiffundieren zu können. In anderen Lösungsmitteln fanden sie die gleichen Ergebnisse. *R. Pümmerer* und Mitarb. (33) machten schon 1929 gleiche Beobachtungen an Kautschuk-Benzol-Lösungen.

Daraus muß aber geschlossen werden, daß durch sehr lange Kettenmoleküle das Wachstum der Lösungsmittelkriställchen stark behindert wird. Da *J. W. Breitenbach* und *A. J. Renner* ihre Beobachtungen bereits an verdünnten Polystyrolen (die Konzentrationen lagen unter 60 g/l) machten, muß für konzentrierte Lösungen die obige Erklärung erst recht richtig sein.

Ferner ist eine Untersuchung vom *M. O. Klija* (34, 25) erwähnenswert, der kleine Kriställchen von NH_4Cl in einem zähen, hydrophoben Kunststoff (Polycyclohexyläthylen) durch Verdunsten von kleinen Lösungströpfchen innerhalb dieses Kunststoffes herstellte und unter dem Mikroskop beobachtete. Er sah zunächst, wie aus einem Tröpfchen ein unregelmäßiger Dendrit entstand, der innerhalb von 24 Stunden zuerst in einige selbständige Kriställchen zerfiel, und wie dann im Laufe der Zeit das größte auf Kosten der kleineren weiterwuchs. Schließlich war nur noch ein Kriställchen vorhanden, das langsam der Gleichgewichtsform zustrebte. In den abgekühlten Proben dieser Arbeit werden ähnliche Vorgänge zu erwarten sein.

2. Diskussion der Volumen-Temperatur-Kurven

Die Abb. 10–15 zeigen den Volumenverlauf der Proben beim Erwärmen (Kreise und Punkte) und beim Abkühlen (Mal- und Kreuzzeichen). Man beobachtet beim Aufschmelzen keinen plötzlichen Sprung in der Kurve, sondern das Volumen steigt mit zunehmender Temperatur kontinuierlich an, bis alles aufgeschmolzen ist, um dann abzuknicken und den Volumenverlauf des flüssigen Zustandes anzuzeigen. Der Knick-

punkt gibt den erniedrigten Gleichgewichtsschmelzpunkt entsprechend der Konzentration des gelösten Stoffes an (Abschnitt 2. A.).

Die Abkühlungskurven dagegen zeigen alle Gefrierpunkte, die *mehr oder weniger tief unterhalb der Schmelzpunkte* liegen (Tab. 1). Die Gefriertemperaturen T_{U_1} in Tab. 1 ergeben sich bei sehr langsamer Abkühlung im Laufe von einer Woche, während die T_{U_2} -Werte gemessen wurden bei kontinuierlicher Abkühlung im Laufe von $1\frac{1}{2}$ Stunden. Diese Werte liegen noch tiefer als die ersten.

Auch an anderen *Lösungen von Hochpolymeren* konnten immer wieder *langanhaltende Unterkühlungen* festgestellt werden. Anscheinend sind Polymer-Lösungen wegen ihrer hohen Viskositäten besonders stark dafür prädestiniert.

Der kontinuierliche Anstieg der Schmelzkurven (Kreise und Punkte) in den Abb. 10 bis 13 ist dadurch zu erklären, daß beim Beginn des Aufschmelzens der ganze gelöste Stoff nur noch eine sehr kleine Menge Lösungsmittel enthält, die im Sinne der Gleichung [1] eine entsprechend sehr große Schmelzpunktsdepression bewirkt. Durch weiteres Aufschmelzen der reinen Lösungsmittelkristalle wird aber laufend die Konzentration der restlichen Lösung erniedrigt, was eine stetige Erhöhung der Schmelztemperatur nach [1] nach sich zieht mit einer entsprechenden Volumenzunahme. Der Knickpunkt der Aufschmelzkurve entspricht dann dem Schmelzpunkt, der der eingewogenen Substanzmenge in Naphthalin zukommt, denn in diesem Punkt sind gerade alle Lösungsmittelkriställchen (Naphthalin) geschmolzen.

Verfolgt man den Verlauf der Aufschmelzkurven der Proben 5 und 6 in Abb. 14 und 15, so muß jetzt daran gedacht werden, daß diese offenbar sehr kleine Kriställchen (s. Abb. 8 und 9) enthalten. Auf Grund der *Thomson-Gibbs'schen* Isobaren [28] zeigen aber diese einen erniedrigten Schmelzpunkt. Der Verlauf der Schmelzkurven ist also hier nicht nur eine Funktion der Aktivität a_1 des Lösungsmittels, sondern auch der Größe der Kriställchen, die aufschmelzen. Da man die beiden Effekte nicht trennen kann, erübrigt sich eine weitere Diskussion. Für den Fall, daß $a_1 \approx 1$ ist, bieten sich gesättigte Gele an, über die im nächsten Abschnitt berichtet wird.

Erst der Knickpunkt der Aufschmelzkurven gibt wieder, soweit man mit einer breiten Kriställchengrößenverteilung rechnen kann, eindeutige Verhältnisse. Hier wer-

den die relativ großen Kriställchen, die keinen Thomson-Gibbsschen Effekt mehr geben, aufschmelzen, so daß hier der Schmelzpunkt der Aktivität der ursprünglich vorliegenden Mischung nach Gleichung [1] entspricht.

Die Knickpunkte der Aufschmelzkurven (Kreise und Punkte in den Abb. 10–15)

geben offensichtlich einwandfrei die Gleichgewichtsschmelztemperatur der sechs Proben wieder (s. Tab. 1), so daß diese für Berechnungen benutzt werden können. Sie zeigen, daß sie sehr bald molekulargewichtsunabhängig werden. Allerdings müßten die Volumenmessungen wesentlich verfeinert werden, wenn die Genauigkeit der Schmelzpunkts-

Abb. 10–15, S. 107/108. Volumen-Temperatur-Kurven der Polystyrol-Naphthalin-Lösungen. 1. Aufschmelzkurve: ○; 1. Erstarrungskurve: ×; 2. Aufschmelzkurve: ●; 2. Erstarrungskurve: +. (Vgl. Tab. 1)

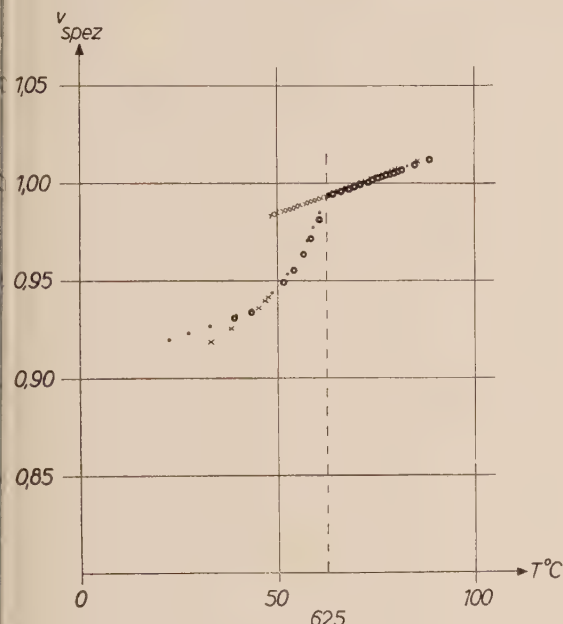


Abb. 10. Probe 1: ($\bar{M} = 312$)

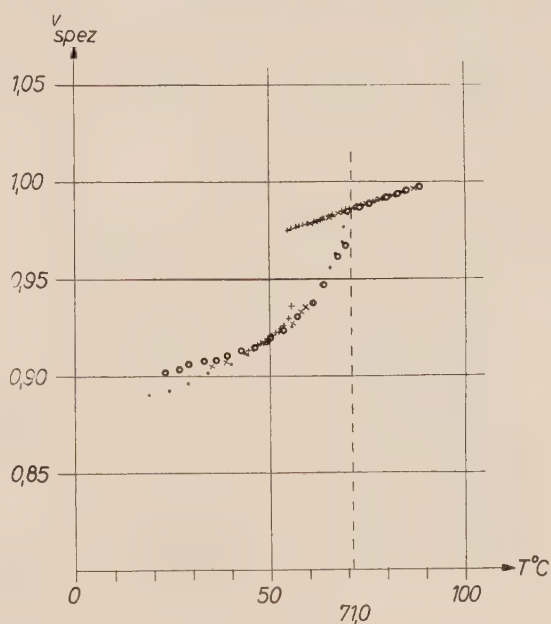


Abb. 11. Probe 2: ($\bar{M} = 878$)

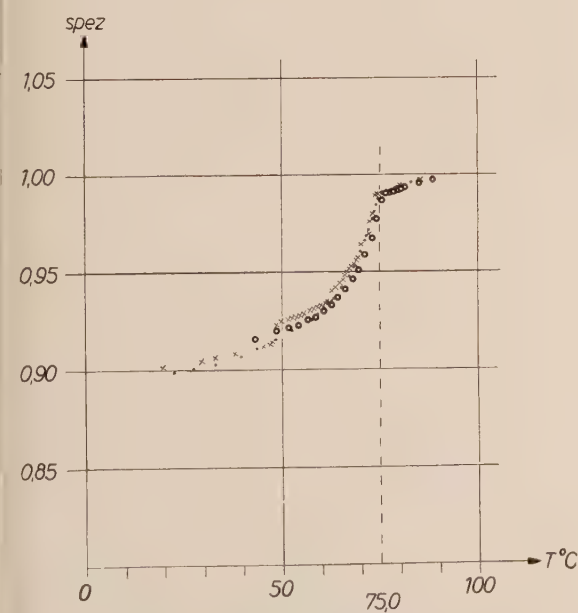


Abb. 12. Probe 3: ($\bar{M} = 2220$)

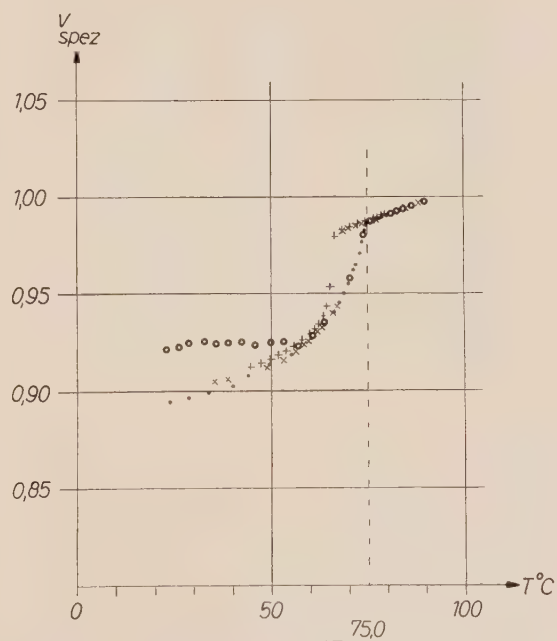
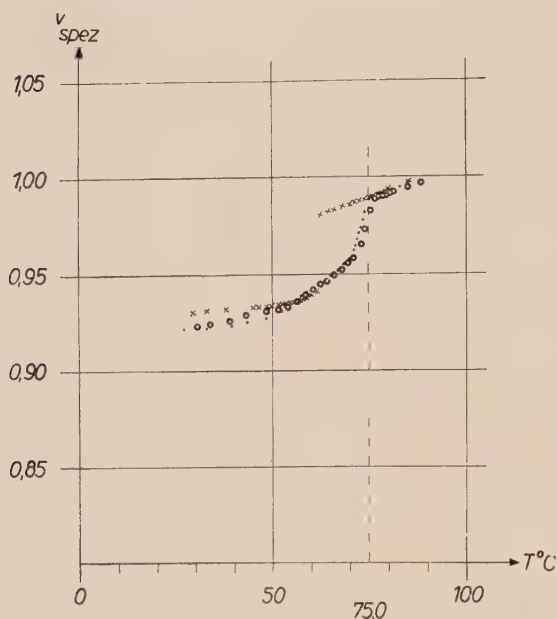
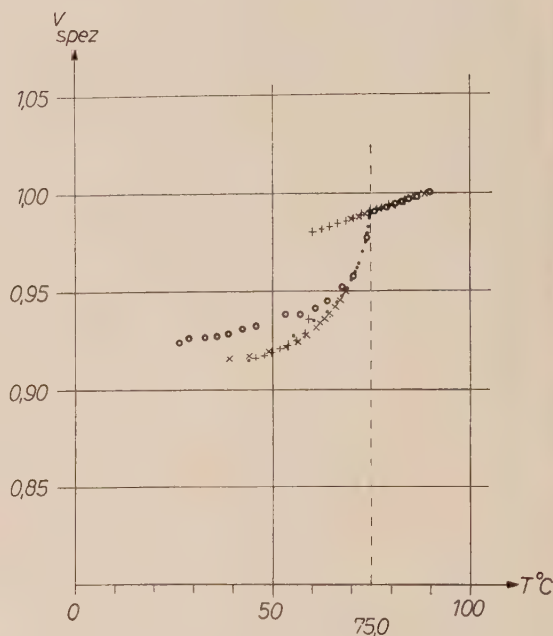


Abb. 13. Probe 4: ($\bar{M} = 15700$)

Abb. 14. Probe 5: ($\bar{M} = 93400$)Abb. 15. Probe 6: ($\bar{M} = 282000$)

depressionsbestimmung an die von konventionellen Methoden herankommen sollte. Hier ließ sie sich nur mit einer Genauigkeit von etwa $\pm 0,5^\circ$ angeben. Sie reichte aber aus, um zu zeigen, daß z. B. die *Hugginssche* Konstante χ_1 der Gleichung [7] für irreguläre Mischungen von Polymeren in konzentrierten Lösungen – wie die hier untersuchten – erst bei kurzen Ketten molekulargewichts-unabhängig wird (s. Tab. 1). Für verdünnte Lösungen war dies schon öfter beobachtet worden (19).

Vergleicht man die beiden Aufschmelzkurven (Kreise und Punkte in den Abb. 10 bis 15) bei tieferen Temperaturen miteinander, so findet man, daß sie oft stark voneinander abweichen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die bei 90°C hergestellten Mischungen beim Herausnehmen aus dem Thermostaten relativ schnell auf Zimmertemperatur abkühlten. Dadurch durchschritten die Proben verhältnismäßig rasch das Temperaturgebiet maximaler Keimbildungsgeschwindigkeit (s. Abschnitt 2. A.) und gelangten bei Zimmertemperatur wieder in ein Temperaturgebiet, wo die Bildungsgeschwindigkeit und die Wachstumsgeschwindigkeit der Kriställchen wegen der hohen Viskosität sehr klein geworden ist. Es blieb also ein Teil des Naphthalins unterkühlte Flüssigkeit, so daß ein Ungleichgewicht zwischen kristalliner Phase und übriger Lösung vorliegt.

Erwärmt man die Proben jetzt das erste Mal, so erhält man oft Bereiche in den Auf-

schmelzkurven (Kreise), in denen das Volumen mit steigender Temperatur nicht nur beinahe konstant bleibt (Abb. 13 und 15), sondern manchmal sogar schwach abfällt (Abb. 13). Es liegt hier eine Übereinanderlagerung von zwei Vorgängen vor: Einmal steigt das Volumen auf Grund des positiven Ausdehnungskoeffizienten der Substanz, zum anderen aber fällt das Volumen ab, weil das System im Ungleichgewicht ist und durch weitere Auskristallisation von Naphthalin diejenige Konzentration des Naphthalins in der übrigen Lösung erreichen will, die dem Gleichgewicht der jeweiligen Temperatur entspricht (Gleichung [1]). Mit zunehmender Temperatur wird aber dieser Vorgang laufend erleichtert, weil die Viskosität der Lösung dann abnimmt.

Die zweiten Aufschmelzkurven (Punkte in den Abb. 10–15) sind entstanden, nachdem die Proben sehr langsam über eine Woche abgekühlt wurden, so daß man hier annehmen kann, daß Gleichgewichtssysteme erwärmt wurden.

C. Gesättigte Gele aus vernetztem Polystyrol und Naphthalin

1. Untersuchungen über den Zustand der auskristallisierten Phase

Stellt man ein Mischpolymerisat aus Styrol und Divinylbenzol her, so erhält man ein Netzwerk aus miteinander chemisch verbundenen Kettenmolekülen. Je größer der

Divinylbenzolgehalt ist, desto enger werden die Maschen dieses Netzwerkes. Diese Mischpolymerisate zeigen begrenzte Quellbarkeit (Abschnitt 2. B. 3).

Für die Volumenmessungen wurden vier verschieden stark vernetzte Proben hergestellt und in flüssigem Naphthalin eine Woche lang bei 90° C bis zur Sättigung gequollen (Tab. 2). Durch Abkühlung auf Zimmertemperatur wurde das Naphthalin zur Kristallisation gebracht.

Tabelle 2

Gequollene Styrol-Divinylbenzol-Mischpolymerisate

Probe	γ_{Div}	g_{Na}	v_{Na}	q	$\bar{P}_{\gamma_{\text{Div}}}$	$\bar{P}_c$
M 84	0,07	94,3	94,5	18,18	714	567
M 87	0,24	87,2	87,8	8,20	208	152
DS 2	1,00	73,6	74,7	3,95	50	48
DS 3	2,50	56,5	57,9	2,38	20	22

γ_{Div} = Mol.-% Divinylbenzol im reinen Mischpolymerisat

g_{Na} und v_{Na} = Gewichts-% und Volumen-% Naphthalin bei 80° C im gesättigten Gel

q = Sättigungs-Quellungsgrad
 = $\frac{\text{Volumen des gesättigten Gels}}{\text{Volumen des Gelbildners}}$

$\bar{P}_{\gamma_{\text{Div}}}$ = Mittlerer Polymerisationsgrad des Netzmolekülabschnittes zwischen zwei Netzknoten, berechnet aus γ_{Div}

$\bar{P}_c$ = Mittlerer Polymerisationsgrad des Netzmolekülabschnittes zwischen zwei Netzknoten, berechnet aus den Gleichungen [9] und [10] mit $\chi_1 = 0,35$ (Tab. 1)

Die Abb. 16–18 zeigen Röntgenaufnahmen der Proben M 84, M 87 und DS 2. Sie wurden genau so hergestellt, wie im vorigen Kapitel beschrieben. Die durchgezeichneten Ringe auf den Abb. 17 und 18, die sonst nur bei gedrehten Pulveraufnahmen zu finden sind, lassen darauf schließen, daß sehr viele und entsprechend sehr kleine Kriställchen in diesen Proben enthalten sind.

Um Aussagen über die Größen der Mikrokristalle in den Gelen machen zu können, wurden von den Proben M 84, M 87 und DS 2 elektronenmikroskopische Abb. (19–25) angefertigt.

Sie sind in der Weise hergestellt worden, daß von den Proben direkt Dünnschnitte mit einem Mikrotom hergestellt wurden¹⁾, wobei aber die betreffenden Gele statt mit Naphthalin mit Phenanthren gesättigt wurden. Das Phenanthren hatte den Vorteil, daß es nicht so stark sublimierte wie Naphthalin, so daß bei den Manipulationen nicht frühzeitig durch Substanzverlust Veränderungen in der Gelstruktur auftreten konnten.

¹⁾ Fr. Roszinski vom Institut für Elektronenmikroskopie am Fritz-Haber-Institut danke ich sehr dafür.

Abb. 16–18. Röntgenaufnahmen der kristallisierten Gele aus vernetztem Polystyrol und Naphthalin



Abb. 16. Probe M 84

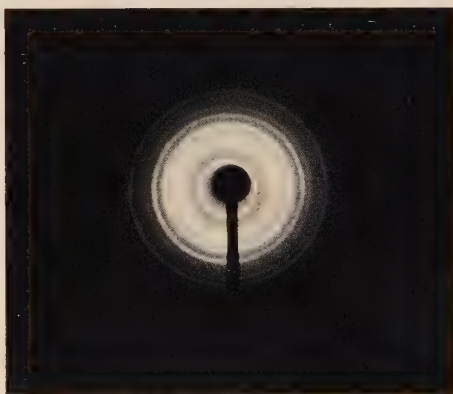


Abb. 17. Probe M 87



Abb. 18. Probe DS 2

Wegen seiner chemischen Ähnlichkeit mit dem Naphthalin kann man aber hoffen, daß die Vorgänge bei der Auskristallisation ähnlich sind wie beim Naphthalin.

Die Dünnschnitte wurden dann anschließend sofort bei – 50° C einem Druck von 10^{–4} mm Hg in einer Vakuumapparatur ausgesetzt. Die Probe blieb dort etwa drei Tage, wobei sich die Kältemischung langsam bis zur Zimmertemperatur erwärmte. Während dieser Zeit hatten die Mikrokristalle Gelegenheit, herauszusublimieren; dabei blieb das Gerüstwerk der Netz-

Abb. 19–25, S. 110/111. Elektronenmikroskopische Abbildungen von Dünnschnitten

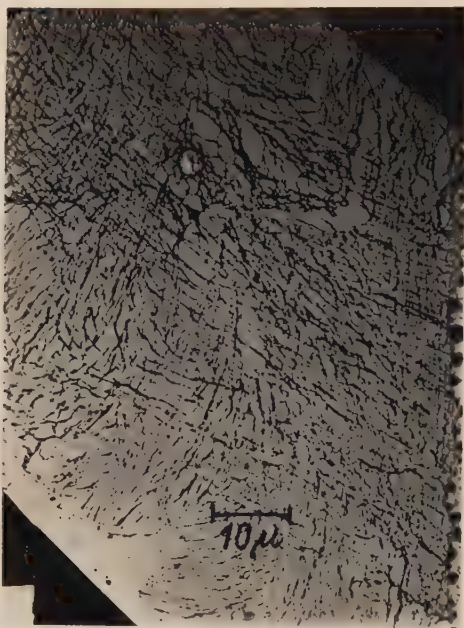


Abb. 19. Probe M 84



Abb. 20. Probe M 84



Abb. 21. Probe M 87



Abb. 22. Probe M 87

substanz erhalten. Es wurde lediglich bei M 84 eine geringfügige Schrumpfung beim Herausdampfen des Naphthalins beobachtet.

Die abgebildeten Aufnahmen wurden am Elektronenmikroskop Typ ELMISKOP II der Siemens und Halske A.G. bei 60 kV gemacht: Die Abb. 19, 21 und 23 bei ca. 1000facher Vergrößerung und die Abb. 20, 22 und 24 bei 7000facher Vergrößerung²⁾. Abb. 25 ist durch weitere photographische Nachvergrößerung aus Abb. 24 entstanden (18000fache Vergrößerung).

Besonders bei den Aufnahmen von M 84 und M 87 (Abb. 19–22) fällt die relativ grobe Struktur des zurückgebliebenen Netzwerkes auf. Es scheint – jedenfalls bei unse-

²⁾ Herrn Prof. Dr. E. Wiesenberger vom Institut für Elektronenmikroskopie habe ich für die Benutzung des Gerätes und für freundliches Entgegenkommen beim Arbeiten sehr zu danken.

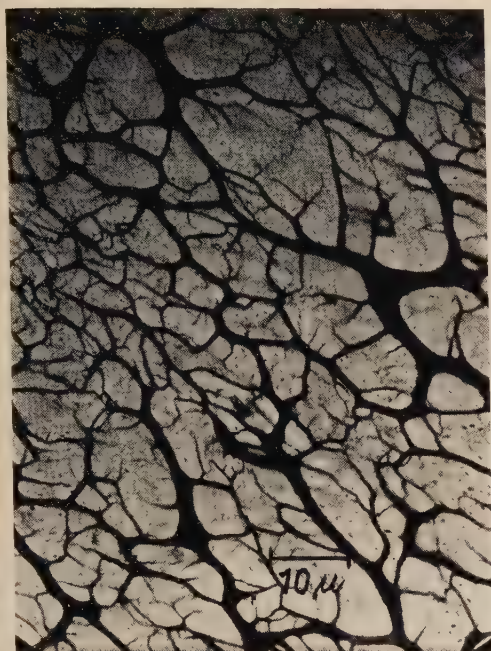


Abb. 23. Probe DS 2

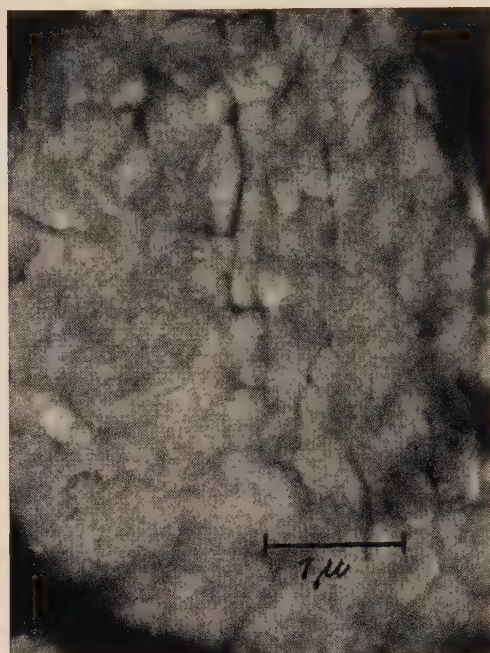


Abb. 25. Probe DS 2

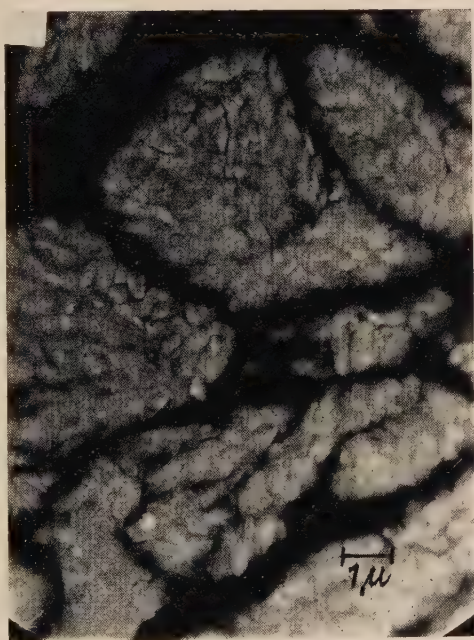


Abb. 24. Probe DS 2



Abb. 26. Lichtmikroskopische Abb. v. DS 3 (95fache Vergrößerung)

ren Präparaten – nicht so zu sein, wie W. Kuhn und Mitarb. es auf Grund ihrer Untersuchungen annehmen, nämlich daß das ursprünglich im flüssigen Naphthalin (bzw. Phenanthren) vorhandene Netzwerk beim Auskristallisieren des Naphthalins in molekularer Feinheit erhalten bleibt (Abschnitt 2. C. 3). Interessant sind die dunklen

Gebiete auf den Abb. 23 und 24 von DS 2. Sie zeigen Bereiche, wo überhaupt keine Auskristallisation stattgefunden hat. Daß solche Bereiche bei den besonders stark vernetzten Substanzen auftreten, zeigt die Abb. 26 von DS 3, in der sie schon mit dem Lichtmikroskop bei 95facher Vergrößerung bequem betrachtet werden können.

Es bleiben offensichtlich ganze Gebiete als unterkühltes Gel erhalten. Die Abbildung gibt als Auflichtaufnahme die kristallinen Bereiche milchigweiß wieder.

Im übrigen ist in Abb. 25 zu erkennen, daß hier sehr viele kleine Kriställchen vorgelegen haben. Man erkennt dort deutlich Feinstrukturelemente, die in der Größenordnung von 300–400 Å liegen. Aber auch hier ist offensichtlich das Netzwerk in seiner ursprünglichen molekularfeinen Verteilung wie im Flüssigkeitsgel auf keinen Fall erhalten geblieben.

Betrachtet man die elektronenmikroskopischen Aufnahmen z. B. von Probe *M* 84 (Abb. 19 und 20), so könnte man leicht den Eindruck gewinnen, daß die Kriställchen ein großes Zerstörungswerk hinterlassen haben, indem sie die meisten Netzmolekülfäden zerrissen haben. Es ist daher interessant, überschlagsmäßig diejenige mittlere *Kriställchengröße* auszurechnen, die bei völliger *Entknäuelung* der die Kriställchen umschließenden Netzmolekülfäden zu erwarten wäre.

Da Divinylbenzol ein tetrafunktioneller Vernetzer ist, kann man im Mittel die vernetzten Stellen (Netzknoten) des Netzwerkes im gequollenen Gel sich so verteilt denken wie die Kohlenstoffatome in einem Diamantgitter. In diesem Gitter befinden sich Hohlräume, die von sesselartig geformten Sechsringen umschlossen sind. Entsprechend der Abb. 3 müssen dann nur noch die diamantgitterartig angeordneten Netzknoten mit Netzmolekülfäden verbunden werden. Ein Kriställchen soll nun in einem derartigen Hohlraum so weit auswachsen, bis die sechs Netzmolekülabschnitte in den das Kriställchen umschließenden Sechsringen total entknäult sind.

Aus den Gewichts-% Naphthalin (Tab. 2) und Gleichung [9] und [10] und mit $\chi_1 = 0,35$ für sehr große Molekulargewichte (Tab. 1) läßt sich der Polymerisationsgrad $\bar{P}_c$ eines Netzmolekülabschnittes von Netzknoten zu Netzknoten berechnen (Tab. 2). Man erhält übrigens eine recht gute Übereinstimmung, wenn man den Polymerisationsgrad aus dem Molverhältnis Divinylbenzol/Styrol im Mischpolymerisat (γ_{Div} in Tab. 2) errechnet ($\bar{P}_{\gamma_{\text{Div}}}$ in Tab. 2). Für *M* 84 ergibt sich daraus für den Durchmesser des völlig entknäulerten Sechsrings ein Wert von ca. 0,3 μ , während sich z. B. für *DS* 2 ein Wert von ca. 250 Å errechnen läßt. Diese beiden Werte sind aber kommensurabel mit den Größen in den Abb. 20 und 25.

Diese Abschätzung zeigt, daß eine Zerstörung des Netzwerkes durch die wachsenden Kriställchen, wenn überhaupt, dann wohl doch nicht in dem Umfang auftritt, wie es zunächst den Anschein hat. Offenbar scheinen die hier geschilderten Untersuchungen die in Abschnitt 2. C. 3. ausgeführten Vorstellungen über die Auskristallisation einer Flüssigkeit in einem Gel zu bestätigen.

2. Diskussion der Volumen-Temperatur-Kurven

Die volumetrischen Untersuchungen an den vier mit Naphthalin gesättigten Gelen (Daten in Tab. 2) ergaben im Prinzip die gleichen Ergebnisse wie die im Abschnitt 3. B. 2. geschilderten. Auch hierbei wurden wieder starke *Unterkühlungserscheinungen beobachtet*. Die Abb. 27–30 zeigen, wie am Ende des Abschnittes 3. B. 2. dargelegt, die *zweiten Aufschmelzkurven*.

Interessant ist, daß bei allen vier Proben die Aufschmelzkurven praktisch am normalen Schmelzpunkt des Naphthalins, nämlich bei 80,5° C abknicken, um dann bei weiterer Temperaturerhöhung die Volumenänderung des mit flüssigem Naphthalin gesättigten Gels anzuzeigen. Formal wäre aber dann die Gleichung [1] für $a_1 = 1$ erfüllt: *Die gesättigten Gele zeigen keine Schmelzpunktsdepressionen*.

Der Verlauf der Aufschmelzkurven wird hier aber im Zusammenhang mit dem im Abschnitt 3. B. 2. Beschriebenen nicht eine Funktion von a_1 sein, da ja ständig $a_1 \approx 1$ bleibt, sondern nur eine *Funktion der Kriställchengröße*.

Im letzten Abschnitt (3. C. 1.) wurde experimentell bewiesen, daß in den Gelen nur sehr kleine Kriställchen auswachsen können. Je enger das Netzwerk ist, desto kleiner werden die Kriställchen werden. Da in dem Netzwerk verschieden große Maschenweiten in statistischer Verteilung vorliegen werden, wird auch eine *statistische Größenverteilung* der gebildeten *Kriställchen* nach vollständiger Auskristallisation zu erwarten sein, die aber nur mittelbar von der ersteren abhängt.

Der Verlauf der Aufschmelzkurven in den Abb. 27–30 läßt sich daher nur so erklären, daß bei tiefer Temperatur zunächst entsprechend der *Thomson-Gibbs'schen* Isobaren (Gleichung [2] bzw. [28]) die kleinsten Kriställchen aufschmelzen und mit steigender Temperatur die entsprechend größeren folgen, bis schließlich die Größen aufschmel-

Abb. 27–30. Volumen-Temperatur-Kurven der gesättigten Gele aus vernetztem Polystyrol und Naphthalin

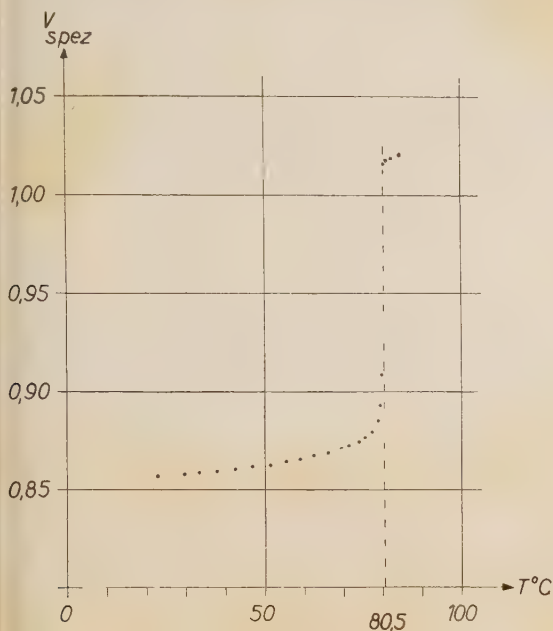


Abb. 27. Probe M 84

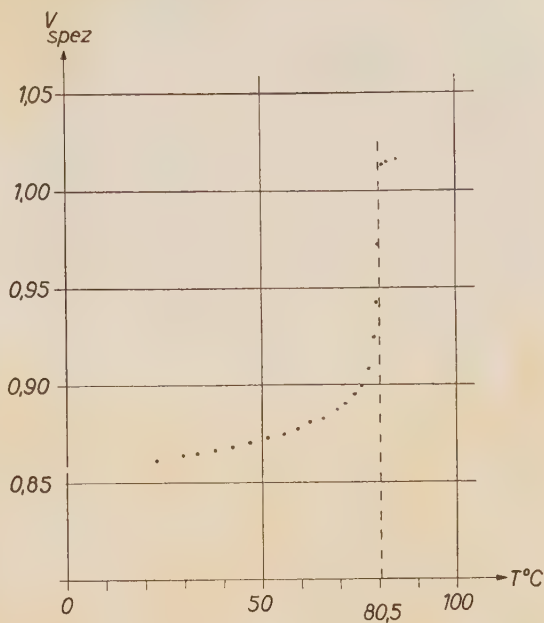


Abb. 28. Probe M 87

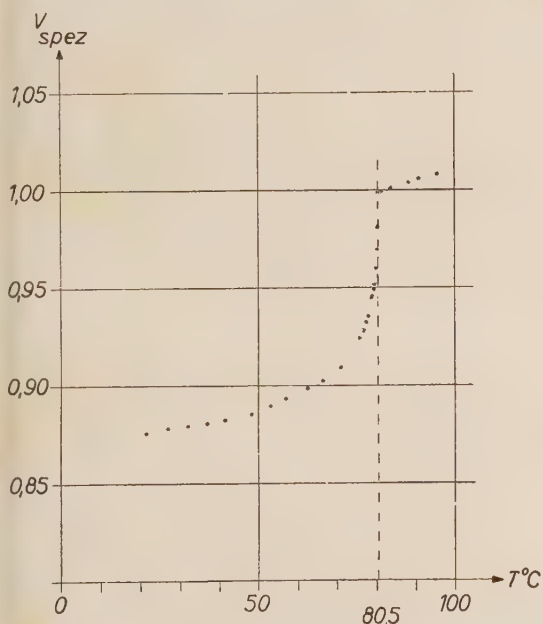


Abb. 29. Probe DS 2

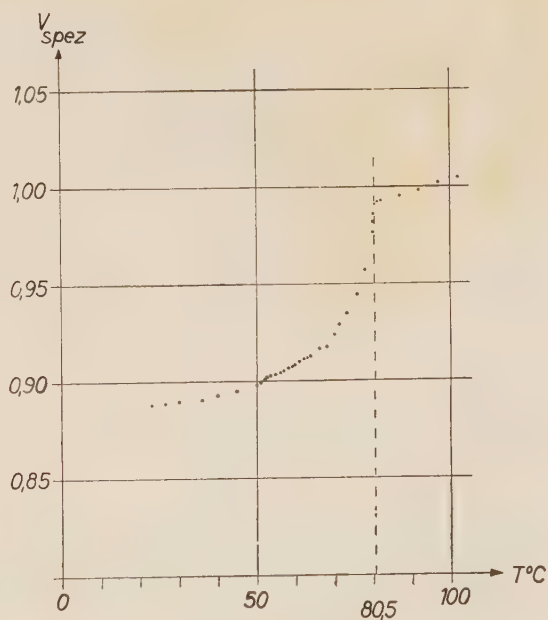


Abb. 30. Probe DS 3

zen, die praktisch kaum noch – nach Gleichung [2] – eine Schmelzpunktserniedrigung herbeiführen: Die Kurve endet daher auch praktisch am normalen Schmelzpunkt von Makrokristallen des reinen Naphthalins und knickt dann ab.

Die *Knickpunkte* in den Volumenkurven der Abb. 27–30 liegen also *nicht nur* deshalb

am normalen Schmelzpunkt des Naphthalins, weil die Aktivität des Naphthalins im gesättigten Gel $a_1 = 1$ ist (Gleichung [1]), sondern weil auf Grund einer statistischen Kriställchengrößenverteilung auch Größen vorliegen, die praktisch erst am normalen Schmelzpunkt aufschmelzen.

3. Volumenstatistische Verteilungskurven der Mikrokristalle in den gesättigten Gelen

Die Aufschmelzkurven erlauben, bei geeigneter Auswertung die Kriställchengrößenverteilung anzugeben.

In Abb. 31 ist eine Aufschmelzkurve schematisch dargestellt (ausgezogene Kurve) mit den Werten $\bar{v}$. Die gestrichelte Gerade mit den Werten v gibt den Volumenverlauf des Gels wieder, wenn das gesamte Naphthalin flüssig bleiben würde, während die Punkt-Strich-Gerade mit den Werten v'' den Volumenverlauf des Gels wiedergeben würde,

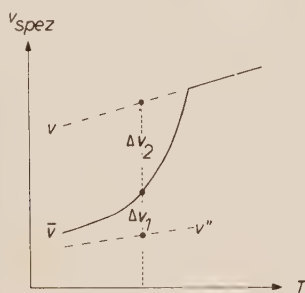


Abb. 31. Vgl. Text

wenn alles in dem Gel vorhandene Naphthalin auskristallisiert wäre und dieses kristallin bleiben könnte. Bei der Temperatur T ist aber in Wirklichkeit ein Teil des Naphthalins, nämlich g_1 Gramm, entsprechend Δv_1 aufgeschmolzen. Es ist

$$\Delta v_1 = g_1 \cdot \Delta v_{Na}, \quad [47]$$

wenn Δv_{Na} das Aufschmelzvolumen von 1 Gramm Naphthalin bei dieser Temperatur ist (Abb. 5). [48] total differenziert ergibt

$$d\Delta v_1 = g_1 \cdot d\Delta v_{Na} + \Delta v_{Na} \cdot dg_1. \quad [48]$$

Beachtet man jetzt, daß es sich um das Aufschmelzen von kleinen Kriställchen handelt, so kann man einführen

$$\Delta v_{Na} \cdot dg_1 = \Delta v^* \cdot dz, \quad [49]$$

wobei Δv^* das Aufschmelzvolumen eines kleinen Kriställchens in Würfelform mit der Kantenlänge h ist und dz die differentielle Anzahl dieser Größe.

Nun verhält sich aber

$$\frac{\Delta v^*}{h^3} = \frac{\Delta v_{Na}}{v_{Na}''} \quad [50]$$

(h^3 = Volumen des Würfelchens),

(v_{Na}'' = spez. Volumen des kristallinen Naphthalins),
so daß

$$\Delta v_{Na} \cdot dg_1 = \frac{\Delta v_{Na} \cdot h^3}{v_{Na}''} \cdot dz \quad [51]$$

ist. Durch Einsetzen von [47] und [51] in [48] ergibt sich dann

$$d\Delta v_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta v_{Na}} \cdot d\Delta v_{Na} + \frac{\Delta v_{Na} \cdot h^3}{v_{Na}''} dz. \quad [52]$$

Aufgelöst nach dz , würde [52] einen geeigneten Ansatz für eine statistische Auftragung darstellen. Weil nun Δv_2 (Abb. 31) aus den Meßdaten besser und genauer durch Extrapolation zu bestimmen ist als Δv_1 , empfiehlt es sich aber, von Δv_2 auszugehen.

Es ergibt sich dann

$$d\Delta v_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} d\Delta v_{Na} - \frac{\Delta v_{Na} \cdot h^3}{v_{Na}''} dz. \quad [53]$$

Für die Änderung nach der Temperatur folgt aus [53]

$$\frac{dz}{dT} = \left(\frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{d\Delta v_{Na}}{dT} - \frac{d\Delta v_2}{dT} \right) \frac{v_{Na}''}{\Delta v_{Na} \cdot h^3}. \quad [54]$$

Durch Differentiation der Thomson-Gibbs'schen Isobaren [2] erhält man für dT :

$$dT = \frac{4 \cdot V'' \cdot T_0 \cdot \sigma}{L_{Schm} \cdot h^2} \cdot dh, \quad [55]$$

und durch Einsetzen von [55] in [54], wenn der Einfachheit halber

$$\frac{4 \cdot V'' \cdot T_0 \cdot \sigma}{L_{Schm}} = \frac{1}{K} \quad [56]$$

gesetzt wird,

$$\frac{dz}{dh} \cdot h^3 = \left(\frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{d\Delta v_{Na}}{dT} - \frac{d\Delta v_2}{dT} \right) \frac{v_{Na}''}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{1}{K} \cdot \frac{1}{h^5}. \quad [57]$$

Dieser Ausdruck gibt uns jetzt die Anzahl der Kriställchen an, deren Kantenlängen zwischen h und $h + dh$ liegen. Eine Auftragung gegen h würde uns also eine zahlenstatistische Verteilung der Kriställchen in einem untersuchten Gel angeben. Bei Benutzung des Ausdruckes

$$\frac{dz}{dh} \cdot h^3 = \left(\frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{d\Delta v_{Na}}{dT} - \frac{d\Delta v_2}{dT} \right) \frac{v_{Na}''}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{1}{K} \cdot \frac{1}{h^2} \quad [58]$$

würde sich eine volumenstatistische Verteilung ergeben, die einer massenstatistischen entsprechen würde.

In den Ausdrücken [57] und [58] können wir $\frac{d\Delta v_2}{dT}$ und Δv_2 (Abb. 31) aus den gemessenen Volumenkurven (Abb. 27–30) bestimmen und ebenso $\frac{d\Delta v_{Na}}{dT}$, Δv_{Na} und v_{Na}'' aus der gemessenen Naphthalinkurve (Abb. 5). Wir kennen aber nicht K , weil wir in [56] nicht σ , die spezifische Grenzflächenenergie Kristall-Schmelze, kennen. Wegen des Zusammenhanges in [2] mit σ können wir auch nichts über die h -Werte aussagen.

Es gelingt uns aber, sowohl die zahlenstatistische als auch die volumenstatistische Verteilungskurve in ihrem Verlauf richtig wiederzugeben:

Führen wir mittels Gleichung [2] unter Verwendung von [56] in die Gleichungen [57] und [58] auf der rechten Seite die Schmelzpunktdpression $(T_0 - T)$ ein, so ergibt sich

$$\frac{dz}{dh} = \left(\frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{d \Delta v_{Na}}{dT} - \frac{d \Delta v_2}{dT} \right) \frac{v''_{Na}}{\Delta v_{Na}} \cdot K^4 \cdot (T_0 - T)^5 \quad [59]$$

$$\text{und} \quad \frac{dz}{dh} h^3 = \left(\frac{\Delta v_2}{\Delta v_{Na}} \cdot \frac{d \Delta v_{Na}}{dT} - \frac{d \Delta v_2}{dT} \right) \frac{v''_{Na}}{\Delta v_{Na}} \cdot K (T_0 - T)^2. \quad [60]$$

Auf der rechten Seite befinden sich jetzt noch K^4 bzw. K als unbekannte Größen, die aber als Konstanten nur Proportionalitätsfaktoren darstellen. Benutzt man [56] in [2], so folgt

$$h = \frac{1}{K} \cdot \frac{1}{(T_0 - T)}. \quad [61]$$

Es würde also z. B. eine Auftragung von $\frac{1}{K} \cdot \frac{dz}{dh} \cdot h^3$ aus [60] gegen $K \cdot h$ aus [61] aus den Meßdaten möglich sein, wobei die erhaltene Kurve in einem unbekannten Maßstab die richtige Form der zu erwartenden volumenstatistischen Verteilungskurven der Kriställchen zeigen würde unter der Annahme, daß diese Würfelchen sind.

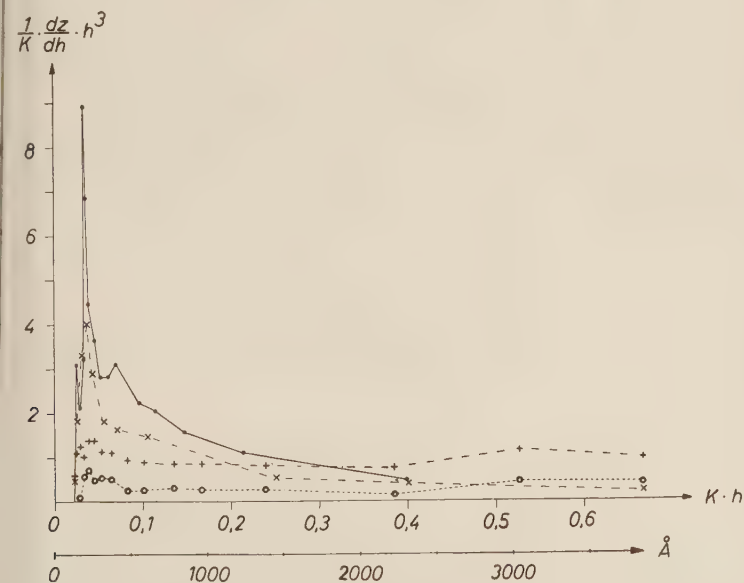


Abb. 32. Volumenstatistische Verteilungskurven der Kriställchengrößen in den Proben M 84 ○ (---), M 87 + (— · — · —), DS 2 × (····) und DS 3 ● (—) K = unbekannte Konstante (Gleichung [56])

In Abb. 32 sind in dieser Weise die Verteilungskurven der vier untersuchten Proben abgebildet. Um Vergleichsmöglichkeiten zu haben, wurden alle Δv_2 -Werte auf $\Delta v_2 = 0,1316 \text{ cm}^3$ bei 36° C (extrapoliertes Auf-

schmelzvolumen für 1 g reines Naphthalin) bezogen. Diese Temperatur ergab sich bei allen vier Proben etwa als die Anfangstemperatur der Aufschmelzkurven.

Leider läßt sich der Anfangspunkt der Verteilungskurven nicht scharf angeben, weil das Aufschmelzen der kleinsten Kriställchen volumetrisch nicht mehr empfindlich genug registriert wird. Der Anfangspunkt liegt aber sicher nicht im Nullpunkt, da die Kriställchen eine Mindestgröße besitzen müssen, um als Kriställchen bezeichnet werden zu können.

Man erkennt bei DS 3 und DS 2 ein scharfes Maximum bei den Werten 0,0337 und 0,0364 für $K \cdot h$, die nach [61] Schmelztemperaturen von $50,8^\circ$ und 53° C entsprechen würden. Interessant ist, daß dieses Maximum bei allen vier Proben etwa an der gleichen Stelle liegt, wenn es auch bei M 84 und M 87 nur noch angedeutet ist. Die beiden letzteren scheinen aber noch ein zweites, sehr unscharfes Maximum bei größeren Kriställchen zu haben. Dieses letztere würde man auch zunächst erwarten auf Grund der Vorstellung, daß in einem weitmaschigeren Netzwerk größere Kristalle auswachsen können als in einem engmaschigen.

Nun wurde schon darauf hingewiesen, daß benachbarte wachsende Kriställchen die Molekülfäden des Netzwerkes zusammenschieben. Durch diesen Vorgang wird aber die Möglichkeit gegeben, daß innerhalb des zusammengeschobenen Netzmaterials wesentlich kleinere Kriställchen auskristallisieren können, so wie in einem Netzwerk, das von vornherein engere Maschen hat (s. Abb. 24 und 25). Durch die Annahme, daß hierbei eine zweite statistische Verteilung der Kriställchengröße entsteht, ließe sich vielleicht verstehen, daß alle vier Proben etwa an derselben Stelle ein Maximum bei kleinen Größen besitzen.

In der Methode der Kleinwinkelstreuung von Röntgenstrahlen bot sich nun ein Verfahren an, diese Maxima bestimmen zu können. Herr Dr. Motzkus vom Fritz-Haber-Institut der MPG, der dankenswerterweise die Untersuchung durchführte, fand für DS 2 ein Maximum bei 210 Å . Für DS 3 ließ sich ein mittlerer Abstand der Kriställchen-

mittelpunkte voneinander von 270 Å bestimmen. Diese Größe läßt für das volumenstatistische Maximum für *DS* 3 ebenfalls einen Wert in der Nähe von 210 Å erwarten, so daß wenigstens qualitativ der Kurvenbefund in Abb. 32 bestätigt werden kann. Die Größenordnung von 300–400 Å in Abb. 25 paßt ebenfalls qualitativ dazu.

Aus Gleichung [2] läßt sich jetzt σ berechnen, wenn für $h = 210$ Å (*DS* 2-Wert) und für $(T_0 - T) = 27,5^\circ$ entsprechend dem $K \cdot h$ für das Maximum (Abb. 32) nach [61] gesetzt wird.

Für Naphthalin ist $L_{\text{Schm}} = 4490$ cal/Mol, $T_0 = 353,6^\circ$ K, $V_1'' = 111,37$ cm³/Mol. Es ergibt sich daraus ein Wert für die mittlere Grenzflächenenergie Kristall-Schmelze für Naphthalin von

$$\sigma = 69 \text{ erg/cm}^2.$$

Dieser Wert erlaubt eine Festlegung der Maßstäbe in Abb. 32 mit Gleichung [56].

4. Schluß

Die Untersuchungen in dieser Arbeit zeigen, daß die Dilatometrie erfolgreich zur Verfolgung schwieriger Aufschmelz- und Gefriervorgänge benutzt werden kann. Unterkühlungserscheinungen lassen sich viel einwandfreier feststellen als nach dem Verfahren der thermischen Analyse.

Im Gegensatz zu *W. Kuhn* und Mitarb. kommt die Arbeit zu dem Ergebnis, daß die hier untersuchten gesättigten Gele über einen großen Quellungsgradbereich (Tab. 2) eine so breite Kriställchengrößenverteilung besitzen, daß die größten Kriställchen wegen Gleichung [2] praktisch keine Gefrier-(Schmelz-)punktserniedrigung mehr zeigen. Versucht man nun eine Gefriertemperatur des Gels anzugeben, so kann man wie bei einer Lösung vorgehen und diejenige Temperatur bestimmen, bei der gerade die Kristallisation beginnt (Abschnitt 3. B. 2). Dann zeigen aber die untersuchten Gele keine Gefrierpunktserniedrigung (Abschnitt 3. C. 2).

W. Kuhn und Mitarb. haben als Gefrier-temperaturen der von ihnen thermoanalytisch untersuchten Gele die Temperaturen gewählt, bei der die größte Verlangsamung des Temperaturabfalls der Temperatur-Zeit-Kurven auftritt. Es sind dies die Temperaturen, bei denen die relative Menge des je Grad Temperaturerniedrigung $\frac{d\theta}{dT}$ in den Gelen zur Kristallisation gelangenden Quellungs- mittels einen maximalen Wert hat (6). Sie

fanden teilweise stark erniedrigte Gefrierpunkte (Abschnitt 3. A).

Versucht man, in gleicher Weise den Gefrierpunkt der in dieser Arbeit behandelten Gele zu ermitteln, so kann man im Ausfrierbereich angenähert

$$\frac{d\theta}{dT} \sim \frac{dv}{dT}$$

setzen.

Ein Blick auf die Abb. 27–30 zeigt aber, daß der Anstieg der Volumen-Temperatur-Kurven am Knickpunkt, d. h. am normalen Gefrierpunkt des Naphthalins, am größten ist. Auch nach dieser Definition des Gefrierpunktes ergibt sich für diese Gele keine Gefrierpunktserniedrigung.

Das gleiche Ergebnis wird man auch bei ähnlich synthetisch hergestellten Gelen auf Grund einer statistisch zu erwartenden Maschengrößenverteilung des Netzwerkes vermuten können. Dabei kann damit gerechnet werden, daß besonders die größten Kriställchen durch teilweise Zerstörung des Netzwerkes ihre endgültige Größe erreichen.

Auch bei den von *W. Kuhn* und Mitarb. untersuchten Gelsystemen sollten daher keine Gefrierpunktserniedrigungen erwartet werden, wenn wirklich Gleichgewichtsgefrierpunkte gemessen wurden.

In einer folgenden Veröffentlichung werden Ergebnisse an anderen gesättigten Gelsystemen mitgeteilt werden.

Eine weitere Arbeit soll zeigen, wie weit das hier benutzte Meß- und Auswertungsverfahren auf teilkristalline Hochpolymere angewendet werden kann.

Frau *H. Holm* habe ich für die tatkräftige Mithilfe beim Experimentieren sehr zu danken.

Für das große Interesse an dieser Arbeit und wertvolle Diskussionen habe ich sowohl Herrn Prof. Dr. *K. Ueberreiter* zu danken, bei dem ich die Arbeit begann, als auch Herrn Professor Dr. *I. N. Stranski*, bei dem ich die Arbeit beendete.

Zusammenfassung

In der Arbeit werden zunächst die Ursachen von Schmelzpunkts- und Gefrierpunktserniedrigungen aufgezeigt. Es wird die Beeinflussung des Wachstums eines Mikrokristalls durch um ihn herumgelegte Fäden als Hindernis diskutiert und gezeigt, daß die Größe der durch die Fäden abgegrenzten Flächen auf der Kristalloberfläche die Erniedrigung des Gefrierpunktes (über die *Thomson-Gibbs*sche Beziehung) bestimmt, bei der dann das Kriställchen mittels eines „Aufsitzers“ über dieser Fläche weiterwachsen kann. Daraus läßt sich erkennen, warum die Auskristallisation einer Flüssigkeit in einem gequollenen vernetzten Polymeren in Form von Mikrokristallen geschieht, worauf schon *W. Kuhn* und Mitarb. hingewiesen haben.

Auf Grund dilatometrischer Untersuchungen der Schmelz- und Gefriervorgänge in konzentrierten Polystyrol-Naphthalin-Lösungen und gesättigten Gelen aus

vernetztem Polystyrol und Naphthalin kann gezeigt werden, daß z. T. sehr hartnäckige Unterkühlungserscheinungen auftreten mit entsprechend erniedrigten Gefrier-temperaturen. Die von W. Kuhn und Mitarb. thermoanalytisch gemessenen Gefrier-temperaturen an Gelsystemen erscheinen daher als Gleichgewichtstemperturen fragwürdig. Es werden deshalb nur die Schmelztemperaturen als Gleichgewichtstemperturen zur weiteren Auswertung benutzt.

Für die gesättigten Gele wird im Gegensatz zu W. Kuhn und Mitarb. keine „anomale Gefrier-(Schmelz-)temperatur“ gefunden, sondern die thermodynamisch geforderte des reinen Naphthalins. Es wird dies auf eine breite Kriställchengrößenverteilung in den Gelen zurückgeführt, die noch Größen enthält, die auf Grund der Thomson-Gibbs'schen Isobaren praktisch keine Gefrierpunktniedrigung zeigen.

Volumenstatistische Verteilungskurven der Kriställchen werden durch geeignete Auswertung der volumetrisch bestimmten Aufschmelzkurven der Gele ermittelt. Mittels Kleinwinkelstreuungsmessungen mit Röntgenstrahlen läßt sich daraus die spezifische Grenzflächenenergie Kristall-Schmelze des Naphthalins errechnen.

Röntgenographische und elektronenmikroskopische Aufnahmen ergänzen die Untersuchungen.

Schrifttum

- 1) Kuhn, W. und H. Majer, Simposio internazionale di chimica macromolecolare, Supplemento „La Ricerca Scientifica“ (1955).
- 2) Kuhn, W. und H. Majer, Z. phys. Chem. **3**, 330 (1955).
- 3) Kuhn, W., E. Peterli und H. Majer, J. Pol. Sci. **16**, 539 (1955).
- 4) Kuhn, W. und H. Majer, Angew. Chemie **68**, 345 (1956).
- 5) Kuhn, W., Helv. Chim. Acta **39**, 1071 (1956).
- 6) Kuhn, W., E. Peterli und H. Majer, Z. Elektrochem. **62**, 296 (1958).
- 7) Volmer, M., Kinetik der Phasenbildung (Dresden u. Leipzig 1939), S. 17.
- 8) Lindemann, F. A., Phys. Z. **11**, 609 (1910).
- 9) Tammann, G., Z. phys. Chem. **68**, 205 (1910).

- 10) Knacke, O. und I. N. Stranski, Erg. exakt. Naturwiss. **26**, 423 (1952).
- 11) Stranski, I. N., Z. Phys. **119**, 22 (1942).
- 12) Stranski, I. N., Naturwiss. **30**, 425 (1942).
- 13) Volmer, M. und O. Schmidt, Z. phys. Chemie (B) **35**, 467 (1937).
- 14) Handbuch der Physik IX (Berlin 1926), S. 464.
- 15) Eucken-Wicke, Grundriß der physikalischen Chemie (Leipzig 1956), S. 366.
- 16) Haul, R., Z. Elektrochem. **54**, 157 (1950).
- 17) Stranski, I. N., VDI-Berichte **20**, 5 (1957).
- 18) Knacke, O. und I. N. Stranski, Z. Elektrochem. **60**, 816 (1956).
- 19) Stuart, H. A., Die Physik der Hochpolymeren (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953), 2. Band, S. 112 u. S. 222.
- 20) Huggins, M. L., Ann. N. Y. Acad. Sci. **44**, 431 (1943).
- 21) Houwink, R., Chemie und Technologie der Kunststoffe (Leipzig 1954), S. 435.
- 22) Rehage, G., Verh. Kolloid-Ges. **18**, 47 (Darmstadt 1958).
- 23) Breitenbach, J. W. und H. P. Frank, Mh. Chemie **79**, 531 (1948).
- 24) Stranski, I. N., Z. Kristallographie **105**, 91 (1943).
- 25) Honigmann, B., Gleichgewichts- u. Wachstumsformen von Kristallen (Fortschritte physik. Chemie, Band 4), S. 5 (Darmstadt 1958).
- 26) Schulz, G. V. und H. Marzolf, Z. Elektrochem. **58**, 211 (1954).
- 27) Tōru Kawai, J. Polymer Sci. **32**, 425 (1958).
- 28) Tammann, G., Aggregatzustände (Leipzig 1923).
- 29) Ueberreiter, K. und G. Kanig, Z. Naturforschg. **6a**, 551 (1951).
- 30) Ueberreiter, K. und G. Kanig, Glas- u. Hochvakuumtechnik, Heft 11, 218 (1953).
- 31) Jensen, E., III. Congrès international cristallographique, Paris 21.-30. 7. 1954, Resumés S. 8.
- 32) Breitenbach, J. W. und A. J. Renner, Mh. Chemie **81**, 454 (1950).
- 33) Pummerer, R., A. Andriesen und W. Gundel, Berichte Dtsch. chem. Ges. **62**, 2628 (1929).
- 34) Klija, M. O., Ber. Akad. Wiss. UdSSR **100**, 259 (1955).
- 35) Honigmann, B., K. Molière und I. N. Stranski, Ann. Physik **1**, 181 (1947).

From the Johns Hopkins University, Baltimore, Md. (USA)

Transversely Isotropic Fluids*)

By J. L. Ericksen

With 3 figures

(Received March 20, 1960)

1. Introduction

As is noted by Noll (1), most theories of anisotropic fluids do not satisfy invariance conditions which any continuum theory of classical mechanics should. The purpose of this paper is to present and discuss some features of what may be the simplest properly invariant theory of anisotropic

fluids, a type of theory which is virtually unexplored. Oldroyd (2) has given a rather general procedure for constructing properly invariant constitutive equations. The theory discussed here appears not to be included in his framework. It is possible, but not completely obvious that it can be considered as a special case of the very general theories discussed by Green and Rivlin (3) and Noll (4).

Cartesian tensor notation is used throughout.

*) Some of this material was presented orally at the Christmas Symposium of the American Chemical Society, Pittsburgh, Pa., U.S.A., December 29, 1958.

2. Constitutive Equations

We consider an incompressible fluid having at each particle a single preferred direction. This direction may vary with position and time, its motion being controlled by the fluid motion. One might visualize it as a suspension of non-spherical particles, *e. g.* ellipsoidal particles, whose boundaries are surfaces or revolution, the preferred direction being the axis of revolution.

Let n_i be a vector indicating this direction. Assume that, to within an arbitrary isotropic pressure p , the stress t_{ij} at a particle at any time is uniquely determined by n_i and the gradients of the velocity v_i at the same particle and time,

$$t_{ij} = -p \delta_{ij} + f_{ij}(n_k; v_{m,n}). \quad [1]$$

As is customary, we assume $t_{ij} = t_{ji}$.

It would perhaps be simplest to assume that n_i is a function of $v_{m,n}$ and perhaps v_k . Then f_{ij} would reduce to a function of these variables. It would then follow from the work of Noll (1) and Rivlin and Ericksen (5) that, in consequence of invariance requirements, we would obtain the Reiner (6) – Rivlin (7) theory of isotropic fluids. A rather simple alternative, which we adopt, is to assume that

$$\dot{n}_i = g_i(n_k; v_{m,n}), \quad [2]$$

where the dot denotes the material derivative. Physically, the aforementioned invariance requirement arises from the notion that if an element of material is undergoing some motion up to some time and if we envisage two possible extensions of this motion which differ only by a rigid motion at each instant, then the normal and shearing stress acting on corresponding material surfaces are numerically equal. At least for the theory considered, this is mathematically equivalent to requiring that the relations [1] and [2] be of the same form in all arbitrarily moving right (or left)-handed coordinate systems. Analytically,

$$f_{ij}(n_k'; v_{m,n}) = f_{rs}(n_k; v_{m,n}) R_{ir} R_{js} \quad [3]$$

and

$$\dot{n}_i' = g_i(n_k'; v_{m,n}') \quad [4]$$

must hold whenever [2] holds, with

$$\left. \begin{aligned} x_i' &= R_{ij} x_j + T_i, \\ n_i' &= R_{ij} n_j, \\ \dot{n}_i' &= \dot{R}_{ij} n_j + R_{ij} \dot{n}_j, \\ v_i' &= \dot{R}_{ij} x_j + R_{ij} v_j, \\ v_{m,n}' &= R_{mj} \dot{R}_{nk} + R_{mj} R_{nk} v_{j,k}, \end{aligned} \right\} \quad [5]$$

the quantities R_{ij} and T_i being functions of the time, arbitrary except for the conditions

$$R_{ij} R_{ik} = \delta_{jk}, \quad \det R_{ij} = 1. \quad [6]$$

As is clear from [5], some variables of interest do not transform as tensors. It is convenient to eliminate such variables. To do this, we chose R_{ij} such that, at a given particle, $v_{m,n}' = v_{m,n}'$ and, instantaneously, $R_{ij} = \delta_{ij}$, following the approach discussed by Thomas (8, 9). Then [2, 3, 4, 5 and 6] yield, instantaneously,

$$\left. \begin{aligned} v_{m,n}' &= \frac{1}{2}(v_{m,n} + v_{n,m}) \equiv d_{mn} = d_{nm}, \\ R_{mn} &= \frac{1}{2}(v_{n,m} - v_{m,n}) \equiv w_{nm} = -w_{mn}, \\ f_{ij}(n_k; v_{m,n}) &= f_{ij}(n_k; d_{mn}), \\ \dot{n}_i' &= g_i(n_k; d_{mn}) = -w_{ij} n_j + \dot{n}_i, \\ &= -w_{ij} n_j + g_i(n_k; v_{m,n}), \end{aligned} \right\} \quad [7]$$

or

$$\hat{n}_i \equiv \dot{n}_i - w_{ij} n_j = g_i(n_k; d_{mn}), \quad [8]$$

which shows how f_{ij} and g_i must depend on the symmetric and antisymmetric parts of the velocity gradients. It follows from [5] that $\hat{n}_i$ and d_{mn} transform as tensors and, from [3, 4 and 5], that we must have, for any choice of R_{ij} consistent with [6],

$$f_{ij}(n_k'; d'_{mn}) = f_{rs}(n_k; d_{mn}) R_{ir} R_{js}, \quad [9]$$

$$g_i(n_k'; d'_{mn}) = g_r(n_k; d_{mn}) R_{ir}. \quad [10]$$

To further simplify matters, we assume that [9] and [10] hold for improper as well as proper transformations, *i. e.* for all R_{ij} such that $R_{ij} R_{ik} = \delta_{jk}$. It can be shown that this must be true if n_i is physically indistinguishable from $-n_i$, *i. e.* if f_{ij} is an even and g_i an odd function of this vector. For suspensions, this would be true if a plane with normal parallel to n_i is a plane of symmetry for the suspended particles.

It is possible to characterize rather simply all functions f_{ij} and g_i which are consistent with [9] and [10]. We briefly indicate how this can be done when these are polynomial functions,

$$f_{ij} = A_{ij}^0 + A_{ijkm}^1 d_{km} + \dots + A_{ijkm \dots pqr \dots s}^K d_{km} \dots d_{pq} n_r \dots n_s \quad [11]$$

$$g_i = B_i^0 + B_{ijk}^1 d_{jk} + \dots + B_{ijk \dots mnp \dots q}^L d_{jk} \dots d_{mn} n_p \dots n_q, \quad [12]$$

where the A 's and B 's are constants. It follows from [9] and [10] that the A 's and B 's must be isotropic tensors, *i. e.* tensors whose components are unchanged by orthogonal transformations. It is well known that any such tensor is expressible as a linear combination of outer products of Kronecker deltas. A proof is given, *e. g.* by Weyl (10), Ch. V. It then follows from [9] that the matrix $\underline{f} = \|f_{ij}\|$ must be an isotropic matrix function of the matrices $\underline{N} = \|n_i n_j\|$

and $\underline{d} = \|d_{mn}\|$. Rivlin (11) has determined the general form of an isotropic matrix function of two matrices. Taking into account the special form of $\underline{N}$ and the fact that

$$t_r \underline{d} = v_{i,i} = 0$$

because of the assumed incompressibility, his result gives

$$\underline{f} = \alpha_1 \underline{N} + \alpha_2 \underline{d} + \alpha_3 \underline{d}^2 + \alpha_4 (\underline{N} \underline{d} + \underline{d} \underline{N}) + \alpha_5 (\underline{N} \underline{d}^2 + \underline{d}^2 \underline{N}), \quad [13]$$

where the α 's are polynomials in the invariants

$$\begin{aligned} t_r \underline{N} &= n_i n_i, \\ t_r \underline{N} \underline{d} &= d_{ij} n_i n_j, \\ t_r \underline{N} \underline{d}^2 &= d_{ik} d_{kj} n_i n_j, \\ t_r \underline{d}^2 &= d_{ij} d_{ij}, \\ t_r \underline{d}^3 &= d_{ij} d_{jk} d_{ki}. \end{aligned} \quad [14]$$

Terms proportional to the unit matrix have been omitted since they can be adsorbed in p . For non-polynomial functions, a completely analogous result can be obtained from a result given by Rivlin and Ericksen (4). Similarly, $\hat{n}_i$ is an isotropic function of d_{ij} and n_i . Using the facts noted above and the Hamilton-Cayley theorem for $\underline{d}$, one finds that [10] and [11] imply that

$$g_i = \beta_1 n_i + \beta_2 d_{ij} n_j + \beta_3 d_{ik} d_{kj} n_j, \quad [15]$$

where the β 's are polynomials in the variables listed in [14]. The same mathematical result, set in a different physical context, is obtained by Chu (11).

For some purposes, it might be convenient to retain as a variable the magnitude of n_i , e.g. to allow for elasticity of suspended particles. For simplicity, we exclude this and normalize n_i to be a unit vector

$$n_i n_i = 1. \quad [16]$$

For [15] and [16] to be consistent, we must have

$$n_i \hat{n}_i = n_i \hat{n}_i = n_i g_i = 0, \quad [17]$$

when [16] holds, from which

$$\begin{aligned} g_i &= \beta_2 (d_{ij} n_j - d_{km} n_k n_m n_i) \\ &+ \beta_3 (d_{ik} d_{kj} n_j - d_{km} d_{mp} n_k n_p n_i). \end{aligned} \quad [18]$$

As a final simplification, we linearize f_{ij} and g_i with respect to d_{km} , obtaining from [1] and [13-18]

$$\begin{aligned} t_{ij} &= -p \delta_{ij} + 2\mu d_{ij} + (\mu_1 + \mu_2 d_{km} n_k n_m) n_i n_j \\ &+ 2\mu_3 (d_{jk} n_k n_i + d_{ik} n_k n_j), \end{aligned} \quad [19]$$

$$\hat{n}_i = \hat{n}_i - w_{ij} n_j = \lambda (d_{ij} n_j - d_{km} n_k n_m n_i), \quad [20]$$

where λ and the μ 's are constants. There seems to be no reasonable way to eliminate the remaining nonlinearity in the variable unit vector n_i .

It follows from [20] that if the motion is rigid ($d_{ij} = 0$), or if $\lambda = 0$, n_i rotates with the angular velocity of the fluid line element to which it is parallel. For $\lambda \rightarrow \pm \infty$, we must have

$$d_{ij} n_j = d_{km} n_k n_m n_i,$$

assuming $\hat{n}_i$ remains finite, so n_i must be an eigen vector of d_{ij} . Thus the preferred direction then aligns itself parallel to a direction in which the rate of strain takes on an extreme value. To illustrate what may occur in other situations, we analyze these linearized equations for simple shearing motion.

3. Simple Shearing Motion

For the simple shearing motion given by

$$v_1 = k x_2, \quad v_2 = v_3 = 0; \quad k = \text{const.}, \quad [21]$$

the acceleration vanishes. The corresponding stresses, given by [19], are

$$\left. \begin{aligned} t_{11} &= -p + \mu_1 n_1^2 + (\mu_2 n_1^2 + 2\mu_3) n_1 n_2 k, \\ t_{22} &= -p + \mu_1 n_2^2 + (\mu_2 n_2^2 + 2\mu_3) n_1 n_2 k, \\ t_{33} &= -p + \mu_1 n_3^2 + \mu_2 n_1 n_2 n_3^2 k, \\ t_{12} &= \mu_1 n_1 n_2 + [\mu + \mu_2 n_1^2 n_2^2 + \mu_3 (n_1^2 + n_2^2)] k, \\ t_{13} &= \mu_1 n_1 n_3 + [\mu_2 n_1^2 + \mu_3] n_2 n_3 k, \\ t_{23} &= \mu_1 n_2 n_3 + [\mu_2 n_2^2 + \mu_3] n_1 n_3 k. \end{aligned} \right\} \quad [22]$$

These satisfy the equations of equilibrium provided p and n_i are independent of position. As will become clear, they will generally vary with time. From [16] and [20],

$$n_3^2 = 1 - n_1^2 - n_2^2, \quad [23]$$

$$\left. \begin{aligned} \hat{n}_1 &= \frac{1}{2} k n_2 (\lambda + 1 - 2\lambda n_1^2), \\ \hat{n}_2 &= \frac{1}{2} k n_1 (\lambda - 1 - 2\lambda n_2^2). \end{aligned} \right\} \quad [24]$$

when $\lambda \neq 0$, an integral of [24] is

$$a n_1^2 + b n_2^2 = \frac{1}{2\lambda} [(a+b)\lambda] + a - b,$$

where a and b are arbitrary constants. For representative values of a/b , these are

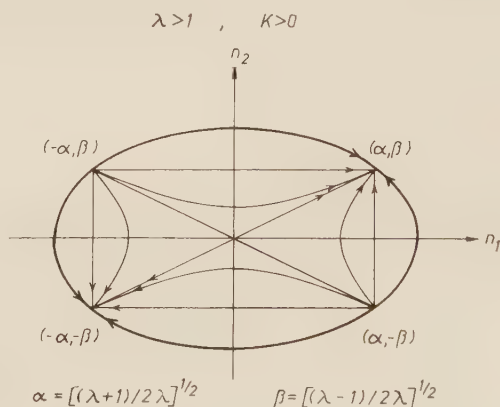


Fig. 1. Integral curves of eq. [24]

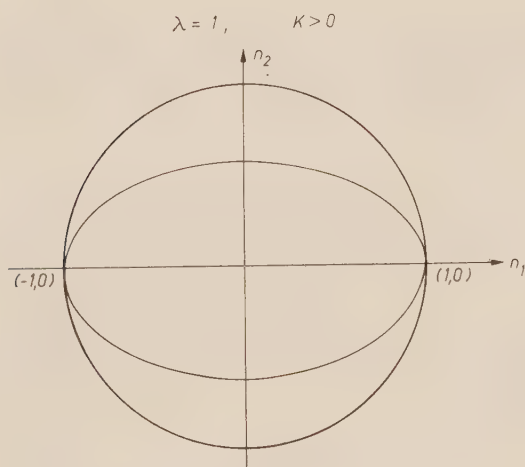


Fig. 2. Integral curves of eq. [24]

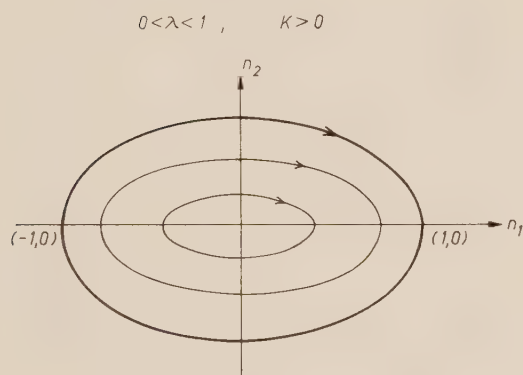


Fig. 3. Integral curves of eq. [24]

sketched as curves in the $n_1 - n_2$ plane in figs. 1-3 for positive λ . Arrowheads indicate the direction of increasing time for $k > 0$. For $k < 0$ these should be reversed. Corresponding plots for numerically equal but negative values of λ can be obtained by interchanging n_1 and n_2 and reversing arrowheads, as can be seen from [24]. Since the solutions change rather drastically as $\lambda - 1$ changes sign, we discuss the cases $\lambda \geq 1$ and $0 < \lambda < 1$ separately.

4. Materials with $\lambda \geq 1$

From the above remarks and fig. 1, it is clear that, for $\lambda > 1$, almost all solutions of [24] tend toward the constant solutions

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \varepsilon \alpha = \varepsilon [(\lambda + 1)/2 \lambda]^{1/2}, \\ n_2 &= \varepsilon \beta = \varepsilon [(\lambda - 1)/2 \lambda]^{1/2}, \\ n_3 &= 0 \text{ if } k > 0, \\ n_1 &= \varepsilon \alpha, \\ n_2 &= -\varepsilon \beta, \\ n_3 &= 0 \text{ if } k < 0, \end{aligned} \right\} \quad [25]$$

where $\varepsilon = \pm 1$. There is thus a stable „steady state“ solution. The exceptional solutions, which we henceforth ignore, are the unstable constant solutions $n_1 = n_2 = 0$, $n_3 = \pm 1$ and,

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \varepsilon \alpha, \quad n_2 = -\varepsilon \beta \quad \text{if } k > 0, \\ n_1 &= \varepsilon \alpha, \quad n_2 = \varepsilon \beta \quad \text{if } k < 0. \end{aligned} \right\} \quad [26]$$

From [18], the stress generally varies with time as n_i moves toward these stable steady state values, giving a type of stress relaxation effect. From [22] and [25], the steady state stresses are

$$\left. \begin{aligned} t_{11} &= -p + \mu_1 \alpha^2 + [\mu_2 \alpha^2 + 2\mu_3] \alpha \beta |k|, \\ t_{22} &= -p + \mu_1 \beta^2 + [\mu_2 \beta^2 + 2\mu_3] \alpha \beta |k|, \\ t_{33} &= -p, \\ t_{12} &= (\mu + \mu_2 \alpha^2 \beta^2 + \mu_3) k + \begin{cases} \mu_1 \alpha \beta & \text{if } k > 0 \\ -\mu_1 \alpha \beta & \text{if } k < 0 \end{cases}, \\ t_{13} &= t_{23} = 0. \end{aligned} \right\} \quad [27]$$

When $\mu_1 \neq 0$, the shear stress t_{12} does not approach zero as $k \rightarrow 0$, so we have an apparent yield stress at least superficially like that frequently observed in non-Newtonian fluids in shear. The normal stresses t_{11} , t_{22} and t_{33} are generally unequal, which means that at least some of the so-called normal stress or *Weissenberg* effects will be accounted for qualitatively by this theory. We always have, from [27],

$$\lim_{k \rightarrow 0} [(t_{11} - t_{33})(t_{22} - t_{33}) - t_{12}^2] = 0.$$

In the steady state configuration, the angle Φ determined by $\tilde{n}$ and the streamlines always lies between 0° and 45° since

$$0 < \tan \Phi = \beta/\alpha = [(\lambda - 1)/(\lambda + 1)]^{1/2} < 1. \quad [28]$$

Various investigations, *e. g.* *Boeder's* (12) or *Burgers'* (13) have made it clear that for sufficiently small slender particles, Brownian motion can assist in establishing such an orientation. For larger particles in concentrated suspensions, it seems possible that interactions between neighboring particles might sometimes act similarly.

At moderate rates of shear, experimental evidence concerning polyisobutylene solutions suggest that the normal stress differences $t_{11} - t_{22}$ and $t_{11} - t_{33}$ are approximately proportional to the rate of shear, as is mentioned by *Brodyan*, *Gaskins* and *Phillippoff* (14). This is in agreement with [27] when $\mu_1 = 0$ and rather drastically different from what is predicted by most theories of isotropic fluids. Rough agreement might be expected on the grounds that it is at least a widespread opinion that such long chain molecules tend to stretch out and align themselves at some angle between 0° and

45° relative to the streamlines in shear flows. In doing so, they become somewhat like the rigid particles envisaged in our model. As $k \rightarrow 0$, the observed normal stress differences go to zero faster than k . Perhaps our model errs here by not explicitly taking into account elasticity of these molecules. The corresponding proportionality of t_{12} and k predicted by [27] is in rather serious disagreement with experiment except at very low rates of shear. As is noted by Markovitz (15), there is still some uncertainty as to the actual behavior of these fluids, but all indications are that no very simple theory will describe them accurately.

According to [27], the normal stress differences $t_{11}-t_{33}$ and $t_{22}-t_{33}$ as well as the apparent viscosity t_{12}/k are even functions of the rate of shear, while the remaining shear stresses vanish, as is predicted by all theories of isotropic fluids. One can construct theories of isotropic fluids, *e. g.* special cases of those considered by Rivlin and Ericksen (5), which would yield relations indistinguishable from those given by [27] for steady shear. The relations used by Criminale, Ericksen and Filbey (16, § IV), yield the same normal stresses as [27] with $\mu_1 = 0$. Such theories generally involve disagreeable singularities and are much more complicated than the rather simple theory discussed here.

As $\lambda \rightarrow 1$ the unstable constant solutions given by [26] approach the stable solutions given by [25], both reducing to

$$n_1 = \pm 1, \quad n_2 = n_3 = 0 \quad [29]$$

in the limit. Thus n_i can orient itself parallel to the streamlines and remain there. If displaced slightly from this position by a small counter clockwise rotation when $k > 0$, it will return to its initial position, its angular velocity going to zero as it does. If displaced by a small clockwise rotation it will rotate nearly 180°, coming to rest as it again becomes parallel to the streamlines. These facts are easily seen using fig. 2. This glosses over the fact that any perturbation which causes n_i to vary with position will prevent the equations of equilibrium from being satisfied, which in turn implies that the simple motion given by [21] will be replaced by a more complicated flow. We will not attempt to analyze what may then occur.

Solutions for $\lambda \leq -1$ are much the same, the major difference being that the angle Φ determined by n_i and the streamlines in the steady state then lie between 45° and 90°.

5. Materials with $0 < \lambda < 1$

When $0 < \lambda < 1$, equation [24] can be shown to be the same as that derived by Jeffery (17) for the motion of an ellipsoid of revolution in a Newtonian fluid. This assumes that n_i is taken as the axis of revolution and that

$$\lambda = (a^2 - b^2)/(a^2 + b^2), \quad a > b,$$

where λ is the length of the unequal (major) axis and b the common length of the other two axes. Jeffery's equation has been verified to hold for macroscopic particles within experimental uncertainties by Trevelyan and Mason (18). Burgers (13) elaborates and extends Jeffery's theory and summarizes earlier experimental work. In this case, n_i varies periodically with time t , as can be seen from fig. 3. The stresses, given by [22], vary periodically with t as well as depending upon which solution curve n_i follows. What should probably be done is to suitably average the stresses over the possible orbits and time to obtain an expected value of stress. We do not desire to become involved in the subtleties of selecting a suitable distribution function. As a compromise, we average the stress over a complete period on any solution curve for n_i , obtaining

$$\begin{aligned} \bar{t}_{11} - \bar{t}_{33} &= \mu_1 (\bar{n}_1^2 - \bar{n}_3^2), \\ \bar{t}_{22} - \bar{t}_{33} &= \mu_1 (\bar{n}_2^2 - \bar{n}_3^2), \\ \bar{t}_{12} &= [\mu_2 \bar{n}_1^2 \bar{n}_2^2 + \mu_3 (\bar{n}_1^2 + \bar{n}_2^2) + \mu] k, \\ \bar{t}_{13} &= \bar{t}_{23} = 0, \end{aligned}$$

where the bars denote averages. We have used the fact that certain averages, *e. g.* $\bar{n}_1 \bar{n}_2$, vanish by symmetry. If $\mu_1 = 0$ so that the material is isotropic at rest, these averages are indistinguishable from stresses obtained from the Navier-Stokes equations except for the fact that the apparent viscosity is not a material constant but depends upon the solution curve for n_i .

Solutions for $-1 < \lambda < 0$ are entirely similar.

6. Remarks

In a sense, our theory endows the continuum particle with a structure. The idea of doing this may be traced back to Duhem (19). For solids, it has been developed in some detail, as is discussed by Ericksen and Truesdell (20). It is frequently introduced in theories of dielectrics, where the polarization vector is sometimes used to represent a dipole. In this connection, Toupin (21) has interpreted an equation roughly analogous

to our [20] as an intramolecular force balance, which suggests that [20] should be interpreted as an intramolecular or intra-particle force balance. This is in fact the essential idea involved in *Jeffery's* derivation of it for $0 < \lambda < 1$.

Summary

We formulate and examine what seems to be the simplest properly invariant theory of anisotropic fluids.

Zusammenfassung

Die Verf. formulieren und prüfen, was offenbar die einfachste invariante Theorie für anisotropes Fließen zu sein scheint.

References

- 1) *Noll, W.*, J. Rat'l. Mech. Anal. **4**, 3 (1955).
- 2) *Oldroyd, J. G.*, Proc. Roy. Soc. London (A) **200**, 523 (1950).
- 3) *Green, A. E.* and *R. S. Rivlin*, Arch. Rat'l. Mech. Anal. **1**, 1 (1957).
- 4) *Noll, W.*, Carnegie Inst. Technology Technical Report No. 17 (1957).
- 5) *Rivlin, R. S.* and *J. L. Ericksen*, J. Rat'l. Mech. Anal. **4**, 323 (1955).
- 6) *Reiner, M.*, Amer. J. Math. **67**, 350 (1945).
- 7) *Rivlin, R. S.*, Nature **160**, 611 (1947).
- 8) *Thomas, T. Y.*, Proc. U. S. Nat'l. Acad. Sci. **41**, 716 (1955).
- 9) *Thomas, T. Y.*, Proc. U. S. Nat'l. Acad. Sci. **41**, 762 (1955).
- 10) *Weyl, H.*, The Classical Groups (Princeton 1946).
- 11) *Chu, B. T.*, Brown University Technical Report No. 1 (1957).
- 12) *Boeder, P.*, Z. Phys. **75**, 258 (1932).
- 13) *Burgers, J. M.*, Second Report on Viscosity and Plasticity, Ch. III, (Amsterdam 1938).
- 14) *Brodyan, J. G.*, *F. H. Gaskins* and *W. Philippoff*, Trans. Soc. Rheol. **1**, 37 (1957).
- 15) *Markovitz, H.*, Trans. Soc. Rheol. **1**, 37 (1957).
- 16) *Criminale, W. O. Jr.*, *J. L. Ericksen* and *G. L. Filbey, Jr.*, Arch. Rat'l. Mech. Anal. **1**, 410 (1958).
- 17) *Jeffery, G. B.*, Proc. Roy. Soc. London (A) **102**, 171 (1922).
- 18) *Trevelyan, B. J.* and *S. G. Mason*, J. Colloid Sci. **6**, 354 (1951).
- 19) *Duhem, P.*, Ann. Ecole Norm. (3) **10**, 187 (1893).
- 20) *Ericksen, J. L.* and *C. Truesdell*, Arch. Rat'l. Mech. Anal. **1**, 295 (1958).
- 21) *Toupin, R. A.*, J. Rat'l. Mech. Anal. **5**, 849 (1956).

From the Department of Colloid Science, University of Cambridge, Cambridge (England)

Studies on the Mechanism of Coagulation

Part. 5. The Coagulation of Sols of Silver Iodide Particles Coated with Tetradecyl Sulphate

By *R. H. Ottewill* and *A. Watanabe**)

With 5 figures and 4 tables

(Received January 21, 1960)

In earlier experiments, on the coagulation of positive silver iodide sols by anionic surface active agents (1, 2, 3), it was demonstrated that above certain surface active agent concentrations a second adsorbed layer was formed on the silver iodide particle with the head group orientated towards the solution phase. Under these conditions the surface properties of the sol particles appeared to be determined by the nature of the head group. These experiments suggested that surfaces could be constructed which were composed of ionic head groups of various types and could be used to carry out studies of ion binding to ionogenic surfaces. Although various studies have been carried out on counter ion binding to surfaces of naturally occurring sol particles (4, 5), analysis of the results was complicated by the fact that the surfaces were usually composed of various kinds of ionogenic groups.

In order to test the theory proposed in Part 4 (6) sols of small particle size were

required to satisfy the mathematical restrictions; moreover, it was necessary that the area occupied by each ionogenic group should remain large in order to avoid Coulombic interaction between neighbouring groups. Since relatively unsolvated particles, of small size, were not readily available it appeared that silver iodide sol particles coated with a double adsorbed layer of surface active agent would provide ideal systems for the study of coagulation, by inorganic counter ions, under conditions where both ionic strength and surface potential were varying, provided that precautions were taken to prevent precipitation of the bulk equilibrium surface active agent by the added counter ion.

Experimental

Materials

The anionic surface active agent used was sodium tetradecyl sulphate (STS); this was the same sample of material as used previously (1).

All inorganic salts used as coagulating agents were of Analar grade, with the exception of calcium nitrate. A 1.5 M solution of the latter was prepared by adding

*) Present address: Institute for Chemical Research, Kyoto University, Kyoto (Japan).

the calculated quantity of nitric acid to a weighed amount of calcium carbonate.

All other materials were as previously described.

Preparation of "Coated" Sols

A positive silver iodide sol was prepared at a concentration of 10^{-3} M, and an ionic strength of 3×10^{-3} M (10^{-3} M potassium nitrate and 2×10^{-3} M silver nitrate) by the method previously described (1). To 3 ml of this sol in a Pyrex test tube an equal volume of 2×10^{-4} M STS was added thus giving a final sol concentration identical with that previously used (1); this sol, however, contained 10^{-4} M STS. The addition of the surface active agent was carried out exactly 5 minutes before each sample was used for a coagulation experiment. The value of the zeta potential (ζ) for particles of this sol was -89 mV and from the curves given in Part 1 and 2 of this series (1, 2) it can be seen that this was in the region of stable coated sols.

Methods of Measurement

Optical Density

Measurement of optical density changes with time were carried out using a Unicam SP 600 spectrophotometer equipped for automatic recording at constant wavelength (7). Aliquots of salt solutions were added, by the mixing device, previously described (1, 7), to 3 ml quantities of the coated silver iodide sols in optical cells of 1 cm path length. When lithium nitrate was used as a coagulating agent it was found that the reaction was very slow compared with other electrolytes. The optical density was therefore observed manually at minute intervals after mixing.

Microelectrophoresis

Aliquots of electrolyte solutions were added with vigorous stirring to 6 ml of the coated sol in Pyrex test tubes. The mobilities of the sol particles were then immediately measured by microelectrophoresis. The experimental determinations and calculations of zeta potentials were carried out by the methods previously described (2).

Results

Solubility of Tetradecyl Sulphate Salts

In order to interpret clearly the coagulation behaviour of the systems employed it was necessary to establish in the first instance that the behaviour observed was due to pure coagulation and not to subsidiary precipitation of added reactants.

All the coagulating agents were used in the form of nitrates or sulphates, and the sols contained 10^{-3} M silver ions. Under these conditions neither silver nitrate nor silver sulphate is likely to precipitate.

The reaction between the silver ion and the tetradecyl sulphate ion was found, by optical density measurements, to give no precipitation under the conditions used, i. e. $[Ag^+] = 10^{-3}$ M and free $[STS] < 10^{-4}$ M. However, it was found under some conditions that interference did occasionally occur due to interaction between the tetradecyl sulphate ion and the various cations added as coagulating agents. In table 1 the solubility products of the various insoluble salts of tetradecyl sulphate are given (8) and compared with the maximum permissible concentration of cations

which could be added in the present experiments without causing precipitation for an STS concentration of 10^{-4} M. For the purposes of this calculation the concentration of $[TS^-]$ in the sol was taken as 10^{-4} M, i. e. as if there was no decrease in the bulk concentration due to adsorption. In practice, however, the bulk concentration was always slightly less than this. The salts of Mg, Zn, Cd, UO_2 , K, Na and Li were soluble.

Table 1
Solubilities of Tetradecyl Sulphate Salts

Salt	Solubility Product M/litre	Maximum Permissible Cation Concentration for $[TS^-] = 10^{-4}$ M/litre	Solubility M/litre
Th $[TS]_4$	2×10^{-17}	2×10^{-1}	1.5×10^{-4}
La $[TS]_3$	4×10^{-14}	4×10^{-2}	2.0×10^{-4}
Ba $[TS]_2$	2×10^{-11}	2×10^{-3}	1.7×10^{-4}
Ca $[TS]_2$	5×10^{-11}	5×10^{-3}	2.3×10^{-4}

Measurement of Stability

The changes in optical density of the coated sols with time after the addition of electrolyte were typical of those obtained previously in coagulation experiments (2, 3).

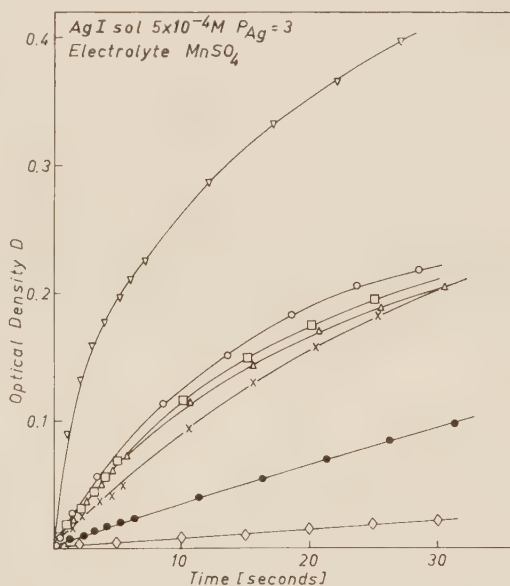


Fig. 1. Optical density against time curves for coagulation of silver iodide sols by manganese sulphate. —▽— uncoated sol particles, 5×10^{-3} M $MnSO_4$. Sol particles coated with STS; conc. of $MnSO_4$: —□— 5×10^{-2} M; —○— 3×10^{-2} M; —△— 2×10^{-2} M; —×— 1×10^{-2} M; —●— 6.7×10^{-3} M; —◇— 5×10^{-3} M

Examples of these curves, namely those obtained for the addition of manganese sulphate to the sol, are given in fig. 1. The early portions of the curves were sufficiently linear to enable reliable values of the initial slope to be obtained and hence the stability ratio W ; the details of the calculation are given in earlier papers (1, 9). For comparison a curve obtained with the

original positive silver iodide sol on addition of 5×10^{-3} M manganese sulphate is also given in fig. 1; the behaviour is quite different from that of the coated sol. It was also confirmed that the original sol was not coagulated by the addition of 1.8×10^{-2} M barium nitrate, whereas the coated sol was. These facts clearly indicated that in the former sol the anionic species was chiefly effective in causing coagulation and in the latter case the cationic species.

Log W against $\log c_e$ Curves

In fig. 2 the $\log W$ against $\log c_e$ curves (c_e = molar concentration of added electrolyte) are given for a range of coagulating agents. It is clear that all the curves show ranges of rapid and slow coagulation. The forms of the curves obtained are very similar to those obtained by *Reerink* and *Overbeek* (9) in studies on the coagulation of negative silver iodide sols by inorganic electrolytes.

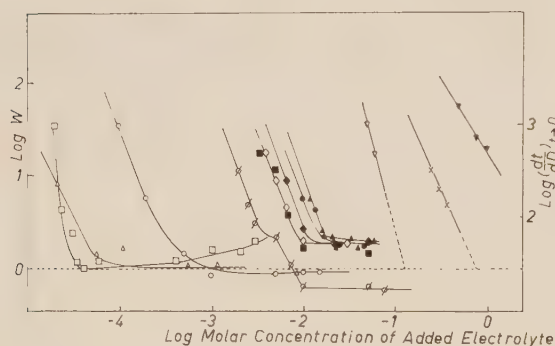


Fig. 2. Log stability ratio (W) against log molar concentration of added electrolyte. Silver iodide sols coated with STS. —□— $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$; —△— $\text{La}(\text{NO}_3)_3$; —○— $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; —◇— $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; —◇— MgSO_4 ; —■— ZnSO_4 ; —◆— MnSO_4 ; —●— $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$; —▲— CdSO_4 ; —▽— KNO_3 ; —×— NaNO_3 ; —▼— LiNO_3

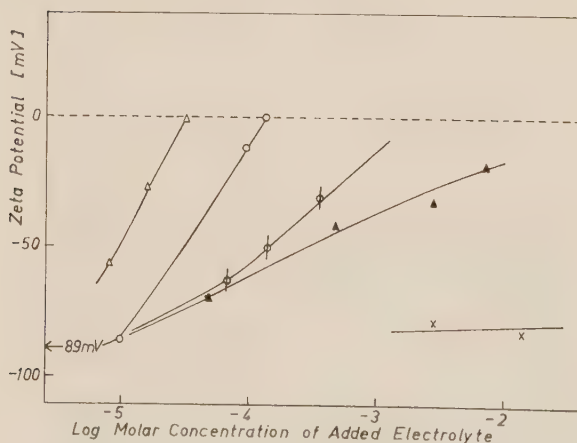


Fig. 3. Zeta potential (mV) against log molar concentration of added electrolyte for silver iodide sols coated with STS. —△— $\text{La}(\text{NO}_3)_3$; —○— $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; —◇— $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; —▲— CdSO_4 ; —×— NaNO_3

In general the curves have a similar shape and almost the same slope in the slow coagulation range. The only exceptions are the curves obtained using thorium and calcium ions, and it is clear from a comparison with fig. 3 of our previous paper (1) that the thorium ion gives a similar type of curve to that obtained by interaction of citrate ions with the positive silver iodide sol. This indicates that with increasing concentration of electrolyte the thorium ion, by binding with the surface, gives rise to a large change in the Stern potential, ψ_δ , and eventually changes the sign of the surface charge. In this case the main cause of coagulation would appear to be the change produced in surface potential. However, owing to the high valency, ionic strength rapidly becomes an operative factor with increasing electrolyte concentration, and it can be seen from fig. 2 that the stability of the positively charged sol does not acquire a high value.

In the case of calcium ions the $\log W$ against $\log c_e$ curve shows a change of gradient at a $\log W$ value of 0.34, and the final value of $\log W$ is somewhat below the $\log W = 0$ axis. However, it is clear from an inspection of table 1 that in the region where $\log W$ is approaching zero, i. e. at a calcium salt concentration of 5×10^{-3} M, some precipitation of $\text{Ca}[\text{TS}]_2$ might be expected. This suggests therefore that the values of $\log W$ lower than unity, which were found for calcium in the rapid coagulation range, were probably due to extra increases in optical density caused by the precipitation of some $\text{Ca}[\text{TS}]_2$. In the initial region, however, the $\log W$ against $\log c_e$ curve for calcium is quite linear and is clearly not influenced by any extraneous precipitation of $\text{Ca}[\text{TS}]_2$.

The Coagulation Concentrations

The coagulation concentrations of the various salts used to coagulate the positive silver iodide sols coated with tetradecyl sulphate ions are given in table 2; these were obtained by extrapolating the initial linear portions of the $\log W$ against $\log c_e$ curves to $\log W = 0$ [see earlier (1)].

Table 2
Coagulation Concentrations for Coated Sols

Electrolyte	Coagulation Concentration M
$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$	4.0×10^{-5}
$\text{La}(\text{NO}_3)_3$	6.2×10^{-5}
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	3.8×10^{-4}
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	4.9×10^{-3}
MgSO_4	1.2×10^{-2}
ZnSO_4	1.2×10^{-2}
MnSO_4	1.5×10^{-2}
$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$	1.9×10^{-2}
CdSO_4	2.2×10^{-2}
KNO_3	1.2×10^{-1}
NaNO_3	5.8×10^{-1}
LiNO_3	3.72

Comparison of the values with the solubilities given in table 1 shows that those cations of the same valency which form the most insoluble tetradecyl sulphate salts yield the lowest coagulation concentrations. This situation becomes clearer if a cation coagulation spectrum is plotted; this is shown in fig. 3.

A marked specificity is observed for coagulation by the different ions, a clear indication that the coagulation process cannot be explained purely on the basis of a "Schulze-Hardy" mechanism and that the specific reactions between the cations and the ionogenic groups on the surface must be taken into account. Such marked specificity does not occur in the case of an ordinary silver iodide sol, and the nature of the cation coagulation spectrum is sufficient to justify the statement that the surface of the coated sol particle has the properties of the head group of the anionic surface active agent. Therefore the coagulation problem can be treated by considering the double layer formed by the head groups of the second adsorbed layer.

Zeta Potential against $\log c_e$ Curves

The changes in the zeta potential of the coated sols in the presence of a number of the coagulating agents at different concentrations were measured by microelectrophoresis. The curves obtained are given in fig. 4.

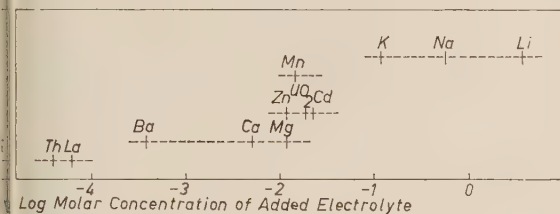


Fig. 4. Cation coagulation spectrum for silver iodide sols coated with STS

In the case of lanthanum and barium ions the zeta potential becomes zero at concentrations fairly close to the coagulation concentrations, but with calcium and cadmium a finite negative zeta potential persisted at the coagulation concentration. In the case of the ions of the alkali metals, the zeta potential remained virtually constant over the concentration range investigated, indicating that little adsorption of these ions was taking place; this is similar to the situation in the case of the mercury electrode, where little binding of sodium, lithium or potassium occurs (10). In the case of monovalent ions the ionic strength was practically constant over this region so that only a slight change in zeta potential was expected due to the compression of the double layer.

Discussion

In previous work on the interaction of surface active agents with sol particles it has been suggested that a twofold adsorption layer is formed (1, 3, 11) the second adsorbed layer being orientated with the head groups towards the solution. Thus it was important to establish experimentally that the surface properties of a sol particle with a twofold adsorbed layer were essentially those of the head groups of the surface active agent. Moreover, such a system appeared to offer ideal possibilities for the study of ion binding

to ionogenic surfaces, e. g. in the present work a surface of sulphate groups.

Comparison of the coagulation concentrations for the coated sol with the solubilities of the corresponding tetradecyl salts shows that the same cation sequence is obtained, except in the case of lanthanum (see later). It appears therefore that the lower the solubility of the salts of the surface active agent the lower the coagulation concentration of the coated sol; this constitutes direct evidence that the sulphate groups in the second layer are oriented towards the solution. Thus it appears reasonable to conclude that the adsorption mechanism of a cationic species is intimately related to the bond strength between the cation and the head groups of the surface active agent. In cases where the salts of the surface active agents are soluble the main cause of coagulation appears to be compression of the electrical double layer due to changes in ionic strength.

A relation between the adsorbability and the solubility has also been found in experiments using the mercury electrode. For example, in the case of a positively charged mercury surface, the adsorbability of an anion is highest for the anion which forms the most insoluble salt. Grahame (10) explained this by assuming that the adsorption which took place was a very strong specific one and that the interaction between the mercury and the anion was not only electrostatic but closely resembled chemical bonding. This situation would seem to hold also in the present case.

The Log W against τ Curves

In Part 4 of this series (6) it was shown that a plot of $\log W$ against τ had ($\tau = \kappa a$, where $\kappa = \text{Debye-Hückel reciprocal length}$ and $a = \text{radius of particle}$), under circumstances where ion binding occurred, more significance than a plot of $\log W$ against $\log c_e$; the data obtained in the present work are plotted in the former manner in fig. 5. The effect of ionic strength can be seen more easily from these curves and it is evident that for thorium, lanthanum and barium, coagulation is caused primarily by changes in the surface potential; since, although a small change in τ occurs near the stability minimum, over most of the range where the stability decreases very rapidly, the ionic strength remains reasonably constant and we can take $\tau \approx 1.23$. Therefore these cations must have a high value of k_2 .

In the case of the other materials it is clear that coagulation is not caused by adsorption alone, and that there is a combination of ion binding and ionic strength effects, for example, with 2:2 electrolytes the curves are displaced from each other and indicate that the order of counter ion binding is $\text{Zn}^{++} > \text{Mn}^{++} > \text{Cd}^{++}$, whilst with 2:1 electrolytes the order appears to be $\text{Ba}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{UO}_2^{++}$. In the case of 1:1 electrolytes the curve for K^+ appears to extrapolate to $\ln W = 0$ at a τ value of ca. 11; this is of the order expected theoretically

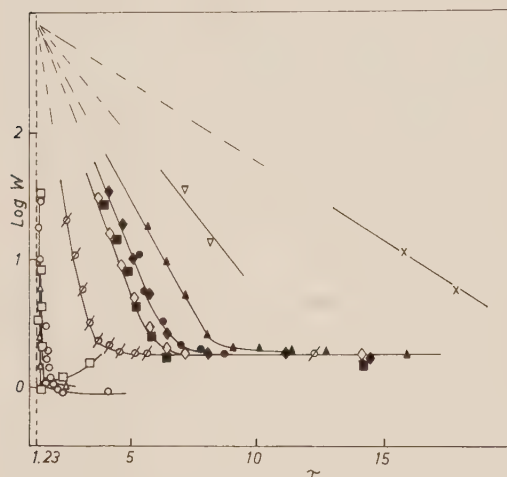


Fig. 5. Log stability ratio (W) against τ for silver iodide sols coated with STS. —□— $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$; —△— $\text{La}(\text{NO}_3)_3$; —○— $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; —◇— $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; —◐— MgSO_4 ; —■— ZnSO_4 ; —●— $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$; —◆— MnSO_4 ; —▲— CdSO_4 ; —▽— KNO_3 ; —×— NaNO_3

for coagulation by a 1:1 electrolyte, of a sol, of particle radius 100 Å and initial $\psi^* = 89$ mV, in the absence of specific adsorption. Na^+ und Li^+ , however, do not appear to cause coagulation at the expected τ value, and in fact such large quantities of these ions appear to be required to cause coagulation that it might be inferred that they have a stabilizing influence at low concentrations.

Although a sol particle of radius 100 Å and $\psi^* = 89$ mV would be expected to have a stability of the order of 30, the measured stability of the initial coated sol was approximately ten times lower than this. However, during the addition of sodium tetradecyl sulphate to the initial positive silver iodide sol some slight coagulation of the sol occurred before stabilization was achieved, which would lower considerably the stability compared with that expected theoretically; this

means also that the observed gradients, $d \ln W / d\tau$, would be expected to be less than the theoretical values. It is significant though that all the experimental curves extrapolate to the same initial value of stability, a clear indication that the initial coated sol was a consistent entity.

The experimental curves of $\log W$ against τ , moreover, all appear to be completely linear over the range investigated, Comparison of these curves with the theoretical curves computed in Part 4 (6) shows that the latter were also linear over this range, curvature occurring at much higher values of W .

Eq. [19] of the previous paper (6) shows that for constant N_1 , ψ^* and p the main variables in determining the initial gradient are k_2 and v . Unfortunately, the effect of v is not immediately obvious, since it also occurs in q , but it appears that at low electrolyte concentrations k_2 will have the most significant effect, the slope being greater the larger k_2 . Thus for ions of high binding power such as Th^{++++} and La^{+++} the slope would tend to minus infinity, whilst for other ions, such as divalent ions, which have smaller values of k_2 smaller slopes would be obtained. The general form of the $\log W$ against τ curves obtained experimentally is in agreement with this expectation and gives an indication of the type of coagulation which is predominant for a particular system and coagulating agent.

It can be noticed from fig 5 that in the case of the divalent ions the value of W does not fall to unity even in the rapid coagulation range. This phenomenon has been noted in previous work and associated with a residual charge on the particles, in the region of rapid coagulation. This deviation from unity is smaller for ions of higher valency, and in this case the value of ψ becomes practically zero for rapid coagulation.

The Adsorption of Counter Ions

The portions of the zeta potential against $\log c_e$ curves obtained appear to be in general agreement with the theoretical predictions, the highest values of $\frac{d\zeta}{d \log c_e}$ occurring for the highest valency counter ions and highest values of k_2 ; however, more detailed curves are required on this type of system for a full analysis. Nevertheless, where changes of potential are caused by the strong adsorption of counter ions at virtually constant τ , the equations previously derived (2) can be used

to obtain an estimate of the number of binding sites N_1 on the coated sol particle, namely,

$$\left(\frac{d\zeta}{d \log c_e} \right)_{\zeta=0} = 2.303 \zeta^* \left[\frac{\zeta^* \epsilon (1 + \tau)}{4 \pi a e N_1 V} - 1 \right] \quad [1]$$

where e = the fundamental charge on the electron and ζ^* the zeta potential of the initial coated particle.

In table 3 the values of N_1 calculated at the zero point of charge from the electrophoretic data obtained on the coated sols in the presence of La^{+++} and Ba^{++} are given.

Table 3

Data for Binding of La^{+++} and Ba^{++} to a Coated Sol

Counter Ion	$c^\circ \text{ M}$	τ	$(d\zeta/d \log c_e)_{\zeta=0}$	$N_1 \text{ cm}^{-2}$
La^{+++}	3.31×10^{-5}	1.30	0.088	5.28×10^{12}
Ba^{++}	1.45×10^{-4}	1.41	0.075	7.51×10^{12}

The two values obtained are in reasonably close agreement and yield a mean value of 6.40×10^{12} groups per sq. cm. Thus the area per adsorption site is found to be 1560 sq. Å, a value larger than that found for the area occupied by each surface active ion in the first layer (1). Since it appears most probable that the second layer is adsorbed on the first, and since under the conditions used to prepare the coated sols the second layer is probably not completed, this figure lends additional support to the hypothesis that the binding sites for the counter ions are the head groups of the second layer of adsorbed surface active agent.

Free Energy of Counter Ion Binding

As in previous work (2) the value of k_2 and hence the electrochemical free energy of binding ($\bar{A}G$) can be calculated directly by the use of the equation

$$1/c^\circ = k_2 \left[\frac{4 \pi a e N_1 V}{\zeta^* \epsilon (1 + \tau)} - 1 \right]$$

where c° is the concentration of the counter ion at the point of zero zeta potential.

Again values have only been calculated for the binding of La^{+++} and Ba^{++} , since these were the only two materials which reached $\zeta = 0$ at a virtually constant value of τ ; the values obtained are given in table 4.

Table 4

Free Energy of Counter Ion Binding

Cation	k_2	$\bar{A}G \text{ cal./mole}$
La^{+++}	4.04×10^4	8,500
Ba^{++}	1.20×10^4	7,800

It is interesting to note that for these two ions the values of the free energy of binding are of the same order of magnitude as the

energy of adsorption of $[\text{TS}^-]$ to the initial positive silver iodide sol particles; the values of k_2 are also in agreement with the idea that coagulation of the coated sol by these ions is mainly due to strong adsorption of the counter ions causing a decrease in the Stern potential (1). The free energies of adsorption also appear to be of the expected order of magnitude for counter ion binding to ionogenic surfaces (5). However, these two ions appear to be the most strongly bound of those examined, with the exception of Th^{++++} , and the energies of adsorption for the other ions will clearly be lower in accordance with the lower values of k_2 .

Inspection of the solubility of the corresponding tetradecyl salts of the various ions, as given in table 1, shows that both the lanthanum and barium salts have almost the same solubility, and are considerably less soluble than most of the salts of the other divalent ions employed. Hence, on the basis of interaction with sulphate groups on the surface lanthanum and barium would be expected to have the highest energy of interaction, whilst materials forming salts of lower solubility would have correspondingly lower energies of adsorption.

One of us (A. W.) wishes to thank the British Council for a Scholarship and the University of Cambridge for the award of the *Oliver Gatty Studentship*.

Summary

In previous work it was found that at certain concentrations of anionic surface agents the particles of positive silver iodide sols became coated with a double adsorbed layer of the surface active agent; under these conditions stable sols were formed the properties of which were found to be dependent on the nature of the head group of the surface active agent. Utilising this fact stable sols have been prepared of silver iodide particles coated with sodium tetradecyl sulphate and their stability and electrophoretic behaviour examined in the presence of a number of cations of different valency. The cations used were, Th^{++++} , La^{+++} , Ba^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Zn^{++} , UO_2^{++} , Mn^{++} , Cd^{++} , Na^+ , K^+ and Li^+ . The curves of stability as a function of ionic strength and particle radius revealed marked specificity of the cations; this was attributed to cation binding with the sulphate groups of the second layer of adsorbed surface active agent. The results obtained appear to be in general agreement with those predicted in the theoretical treatment given in part 4.

Zusammenfassung

In einer der vorausgehenden Arbeiten wurde gefunden, daß bei gewissen Konzentrationen von anionischen oberflächenaktiven Agenzien die Teilchen von positiven Silberjodidsolen mit einer doppelten adsorbierten Schicht des Agens überzogen werden; unter diesen Bedingungen werden stabile Sole gebildet, deren Eigenschaften abhängig von der Kopfgruppe des Agens sind. Indem man diese Tatsache anwendet, kann man

Partikel aus Silberjodid, überzogen mit Natriumtetradecylsulfat, herstellen und ihre Stabilität und ihr elektro-phoretisches Verhalten in Gegenwart einer Reihe von Kationen von verschiedener Valenz prüfen.

Verwendet wurden die Kationen Th^{+++} , La^{+++} , Ba^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , Zn^{++} , UO_2^{++} , Mn^{++} , Cd^{++} , Na^+ , K^+ und Li^+ . Die Stabilitätskurven als Funktion der Ionenstärke und des Partikelradius zeigen deutliche Spezifität in Abhängigkeit von den Kationen. Dies wird der Bindung der Kationen mit den Sulfatgruppen der zweiten Schicht des adsorbierten Agens zugeschrieben. Die Ergebnisse scheinen in allgemeiner Übereinstimmung mit den Voraussagen der theoretischen Überlegung, dargestellt in Teil IV, zu stehen.

References

- 1) Ottewill, R. H. and A. Watanabe, Kolloid-Z. 170, 38 (1960), part 1.

- 2) Ottewill, R. H. and A. Watanabe, Kolloid-Z. 170, 132 (1960), part 2.
- 3) Ottewill, R. H. and A. Watanabe, Kolloid-Z. 171, 33 (1960), part 3.
- 4) Krzyt, H. R., Colloid Science, Vol. 2, (Amsterdam 1949).
- 5) Edsall, J. T. and J. Wyman, Biophysical Chemistry, Vol. 1, (New York 1958).
- 6) Ottewill, R. H. and A. Watanabe, Kolloid-Z. 173, 7 (1960), part 4.
- 7) Ottewill, R. H. and J. A. Sirs, Bull. Photoelectric Spectrometry Group 10, 262 (1957).
- 8) Ottewill, R. H. and A. Watanabe (to be published).
- 9) Reerink, H. and J. Th. G. Overbeek, Disc. Faraday Soc. 18, 74 (1954).
- 10) Grahame, D. C., Chem. Rev. 41, 441 (1947).
- 11) Tamamushi, B. Kolloid-Z. 150, 44 (1957).

From the Faculty of Science, University of Alexandria, Department of Chemistry, Alexandria, Egypt (U A R)

Behavior of Hydrochloric Acid Solutions Containing Stannic Acid

By Hussein Sadek and F. Z. Saleeb

With 4 figures and 5 tables

(Received February 4, 1960)

Introduction

In a series of papers Mecklenburg (1) attributed the behavior shown by the α - and β -modifications of stannic acid to a difference in the size of the primary particles. The β -form was regarded as having the largest particles. Collins and Wood (2) believed that an orthostannic acid is the initial product which possesses amphoteric properties. They accounted for the formation of highly condensed products by assuming "salt" formation to occur between two molecules of the orthoacid. The greater the extent to which this union takes place, the smaller will become the surface area of the product. The first step in this process of condensation was considered to be the formation of α -stannic acid, H_2SnO_3 , from a single molecule of $\text{Sn}(\text{OH})_4$. The gradual change of the α - acid into the β -form is accelerated by boiling. Similar lines of investigation were made by Willstätter (3).

The influence of hydrochloric acid on the stannic acids has been studied by many observers. The researches of van Bemmelen (4) and of Jörgensen (5) indicated that the action was one involving adsorption. The former obtained definite adsorption isotherms in which the amount of acid adsorbed from solution of a given concentration by a given weight of stannic acid depended on the extent of the surface. However, Collins and Wood (6) believed that the reaction between HCl and stannic acid is more complex. Adsorption is no doubt the first stage of the interaction, and is followed by a chemical reaction between the adsorbent and some of the adsorbed acid, yielding a complex positive ion and Cl^- ion. This ionisation was believed to be dependent on the concentration of HCl still remaining in solution. Owing to the high degree of condensation of the β -form, it would not be readily peptised as the α -form. Another chemical reaction which sets in is the decomposition of the complex by the strong acid to a less condensed stannic acid.

In this laboratory, a study of the equilibrium conditions of acidified sodium silicate

solution has been carried out (7). It seemed quite logical to carry out a similar study on acidified solution of sodium stannate, since both silicic and stannic acids are weak acids which could be readily condensed to higher aggregates. In this paper, the results of ultra filtration and potentiometric measurements are reported in the region of low pH values, where stability of the solution is more marked.

Experimental

I. Preparation of Materials

1. *Pure Hydrated Stannic Oxide*: Commercial sodium stannate (Riedel de Haën) was dissolved in distilled water, allowed to stand until the insoluble impurities settle down, and then filtered. The solution was then acidified while stirring with conc. HCl, when a gelatinous precipitate of stannic oxide was formed. It was washed by decantation with distilled water, and filtered. Washings were continued until the filtrate was Cl^- ion free.

2. *Standard HCl Solutions*. Stock solutions of 0.4 N and 0.1 N HCl were prepared from the constant boiling acid by dilution. The normality was checked by titration against A. R. sodium carbonate.

3. *Sodium Stannate Solutions*. Carbonate-free NaOH solution which was prepared from the saturated solution, was diluted with distilled water and standardised against standard HCl solution. Stock solutions of 0.2233 N and 0.100 N were prepared. The hydrated stannic oxide was placed in a 1 l conical flask lined with paraffin wax, 223.9 ml. of 0.2233 N NaOH were added. The solution was left overnight out of contact with air to ensure complete dissolution, transferred quantitatively with distilled water and diluted to mark

into a 500 ml. measuring flask. Thus a 0.1 N NaOH solution containing a given amount of stannic oxide was obtained. Solutions of lower stannic oxide content were obtained by dilution of the above stock solution with 0.1 N NaOH. The sodium stannate solutions were always analysed for their alkali and stannic oxide contents; the former by titration against standard HCl solution, and the latter gravimetrically (8). Solutions with the following ratios of $\text{Na}_2\text{O}:\text{SnO}_2 = R = 1:0.43, 1:0.60, 1:0.80$ and $1:1$, were obtained. These solutions will be designated as solutions I, II, III and IV respectively.

I. Ultrafiltration Apparatus

This consisted of a brass funnel which could be screwed tightly to a brass plate in the centre of which a disc with numerous holes was placed. The apparatus was heavily gilded and the funnel and edges of the plate were lined with a thin layer of paraffin wax to ensure complete prevention of contact of the metal with the acidified solution. Compressed air was used to force the liquid through a cellophane ultrafilter (a product of Mischel-Rayon Co., wt. of $1 \text{ m}^2 = 30 \text{ gr.}$) which was supported on both sides by two ordinary filter papers. The apparatus was always checked by allowing distilled water to pass through the ultrafilter before the acidified sodium stannate was introduced, in order to ensure that the ultrafilter was not microscopically ruptured.

II. p_H Measurements

A Cambridge p_H meter was used. It was always standardised by means of a 0.05 M potassium hydrogen phthalate buffer of p_H 4.00.

V. pCl Measurements

Silver-silver chloride electrodes were prepared according to the directions of MacInnes and Parker (9). The electrodes were checked against each other in dilute HCl solution in order to choose a pair of electrodes with a zero potential across. The standard potential of these electrodes when measured in solutions of HCl on known activities amounted to 0.2276 v without

correction for the liquid junction potential. Harned and Ehlers (10) obtained a value for $E^\circ = 0.2222 \text{ V}$ from studies of cells without transfer. The liquid junction potential would, therefore, amount to 5.3 mv. However, Milazzo reports 3.1 mv. for the 0.1 N HCl, 3.5 N KCl liquid junction potential. Our electrodes were, therefore, considered as behaving satisfactorily, since small variations in potential are always associated with the procedure adopted in the preparation of the electrodes (12, 13). An agar-agar bridge containing potassium nitrate (25 gr/100 ml.) was used to connect the silver chloride and calomel half cells. The calomel electrode was a saturated dipping-type electrode. The *emf* of the cell was measured by using a *Tinsely* potentiometer accurate to $\pm 0.1 \text{ mv.}$ All experiments were carried out at 25° C.

Results and Discussion

I. Ultrafiltration experiments

Table 1 shows the stannic oxide content of ultrafiltrates of solutions which were prepared by the addition of 100, 120, 140 and 160 ml. of the sodium stannate solution to 200 ml. of 0.4 N HCl.

These admixtures shall be denoted by placing the subscripts 1, 2, 3 and 4 respectively below the *Roman* designation of the sodium stannate solution originally used. If during the preparation of a given solution, precipitation occurred, the precipitate was filtered through No. 40 filter paper. The filtrate is treated with conc. HNO_3 , and the SnO_2 content is determined. The amount of SnO_2 corresponds to the soluble, and colloidal SnO_2 content in the ultrafiltrate should correspond to stannic acid in true solution, i. e. "soluble" SnO_2 . The difference gives the amount retained by the ultrafilter, i. e. the colloidal SnO_2 . The table, thus gives the percentage of insoluble, soluble and colloidal SnO_2 in a given sample of a particular solution. The p_H and the total SnO_2 per 15 ml. of the solution are given at the head of each table. The p_H does not vary significantly within a given solution in which a given sodium stannate has been used. In order to save space, the percentage

Table 1
Ultrafiltration of Acidified Sodium Stannate ($R = 1:0.43$)

days	0	1	2	3	4	5	6
Soln. I ₁ -Total $\text{SnO}_2/15 \text{ ml} = 16.2 \text{ mg.}, p_H = 0.97$							
insoluble	6.17	7.41	7.17	6.17	0.62	1.85	14.81
colloidal	83.3	92.6	90.8	90.1	91.4	88.3	83.3
soluble	10.5	0.00	0.07	2.7	8.02	9.88	1.85
Soln. I ₂ -Total $\text{SnO}_2/15 \text{ ml} = 18.2 \text{ mg.}, p_H = 0.84$							
insoluble	4.95	5.50	4.95	11.0	8.24	6.59	6.06
colloidal	78.6	87.9	87.9	87.5	85.2	85.2	85.7
soluble	16.5	6.59	7.15	3.30	6.05	8.24	8.24
Soln. I ₃ -Total $\text{SnO}_2/15 \text{ ml} = 20.0 \text{ mg.}, p_H = 0.00$							
insoluble	10.0	5.00	5.50	1.50	35.5	80.5	
colloidal	76.5	86.5	90.0	93.0	60.0	15.5	
soluble	13.5	8.50	4.50	5.50	4.50	4.00	
Soln. I ₄ -Total $\text{SnO}_2/15 \text{ ml} = 21.6 \text{ mg.}, p_H = 0.92$							
insoluble	7.41	4.63	49.5	94.0			
colloidal	83.3	91.7	46.8	3.7			
soluble	9.26	3.70	3.70	2.32			

of colloidal SnO_2 in the various solutions has been shown in table 2 for solutions denoted with subscripts 1 and 4 only.

Table 2
Colloidal SnO_2 in Various Solutions of Acidified Sodium Stannate

Days	II ₁	II ₄	III ₁	III ₄	IV ₁	IV ₄
0	84.5	85.0	73.4	89.3	92.6	94.8
1	91.2	93.4	96.0	85.9	92.9	94.6
2	91.6	58.1	90.4	37.9	93.9	37.9
3	91.6		93.0		94.2	
4	91.6		91.4		93.4	
5	91.0		92.7		90.2	
6	91.2					

A close study of the tables shows that the amount of colloidal SnO_2 passes through a maximum in solutions I₁ and I₃ with time, but decreases very rapidly in I₄. However, with solution II₁, III₁ and IV₁ there is a continuous increase of colloidal SnO_2 at the expense of the soluble form, whereas in solution II₄, III₄ and IV₄, the colloidal SnO_2 decreases because the amount of insoluble SnO_2 has increased. However a plot of the amount of colloidal SnO_2 as a function of R after 1 day shows a regular increase as shown in fig. 1. Similar trends were also observed after 2 and 3 days.

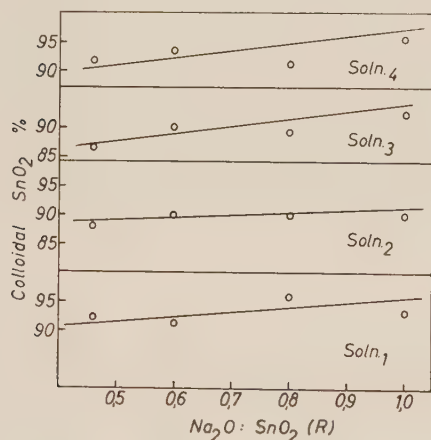


Fig. 1. Variation of colloidal SnO_2 content with composition of sodium stannate

After 5 days, however, regularity cannot be traced. This behavior might be ascribed to the variation in the nature of the stannic acid formed in solutions with different R values. Zsigmondy (14) showed that hydrosols containing 200-2 mols. SnO_2 : 1 mol K_2O had different properties. Ultrafiltrates of the sols of high SnO_2 content did not contain either K_2O or SnO_2 in amounts sufficient to detect, whereas sols of low SnO_2 content could be ultrafiltered unchanged.

The foregoing results seem to indicate that there is a dynamic equilibrium between the soluble and colloidal stannic acid on the one hand, and the colloidal and insoluble acid on the other. It is known that when stannic oxide dissolves in sodium hydroxide a true solution is formed (15). On addition of this solution to hydrochloric acid solution in such a manner as to keep the resultant admixture strongly acid, $\text{H}_2\text{SnO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ is probably the first product of the interaction and which is stabilised in solution by the H^+ ion present. In this respect the behavior is quite analogous to that of silicic acid (16) which is stabilised between pH 2 and 3. In solutions of alkali stannates acidified by HCl , adsorption of H^+ ions on the surface of freshly formed stannic acid particles leads to the stability of the solutions. The highly

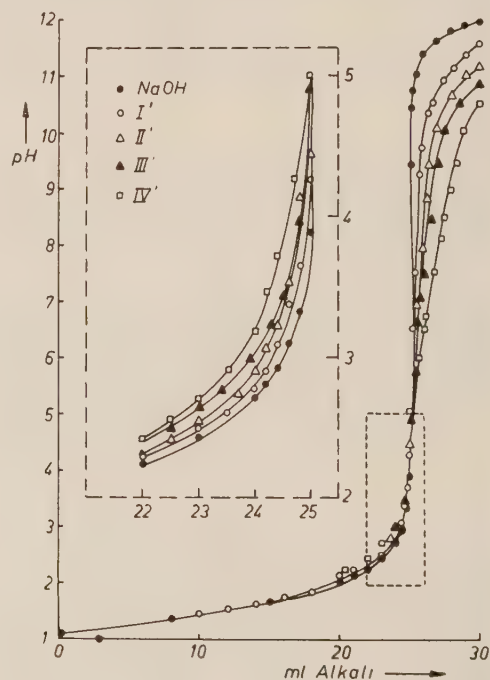


Fig. 2. Potentiometric titration of HCl against alkali stannate

acid solution remained clear or slightly turbid for over 10 days period.

Ghosh and Dhar (17) found that the greater the concentration of the sol, the greater the amount of electrolyte necessary for its coagulation. This principle is difficult to apply in our case, where the micelles are formed from equinormal quantities of the alkali and HCl . To test the idea that adsorption is governing the behavior of sodium stannate-hydrochloric acid systems, po-

entiometric measurements were carried out, as given in the subsequent section.

II. Potentiometric Measurements

A) p_H Values. Fig. 2 shows potentiometric titration curves for alkali stannates ($R = 1:0.17, 1:0.70, 1:0.94$ and $1:1.41$ designated as solutions I', II', III' and IV' respectively) against 0.1 N HCl , whereas fig. 3 shows the reverse titrations. In the former case, colloidal SnO_2 is always present in an acid medium during the titration until the end point has been reached, whereas in the latter case it is surrounded by an alkaline medium. The extent of adsorption of H^+ or OH^- ions could be readily seen from the departure

It is interesting to know the variation of $\text{Na}_2\text{O}:\text{SnO}_2$ during the titration; table 3 shows clearly that after the addition of a given quantity of 0.1 N HCl , the ratio $\text{Na}_2\text{O}:\text{SnO}_2$ changes in such a manner that comparison of the p_H of the various solutions seems to be very difficult since at each stage of the titration, a new system is developed.

Table 3
Variation of $\text{Na}_2\text{O}:\text{SnO}_2$ Ratios During Titration

Ml of 0.1 N HCl	I	II	III	IV
20	1: 1.88	1: 2.80	1: 3.76	1: 5.63
21	1: 2.47	1: 3.89	1: 4.94	1: 7.39
22	1: 3.46	1: 5.43	1: 6.89	1:10.1
23	1: 5.40	1: 8.52	1:10.81	1:16.2
24	1:11.28	1:17.8	1:22.6	1:33.8

If the concept of adsorption is valid then it is possible to set up the following argument. The amount of H^+ ions adsorbed, H_{ad}^+ from solution will be proportional to the surface of SnO_2 particles and to the initial concentration of H^+ ions present in solution, H_0^+ , i. e.

$$\text{H}_{ad}^+ = \text{H}_0^+ k [\text{SnO}_2]^n, \quad [1]$$

where k and n are constants and $[\text{SnO}_2]$ is the concentration of stannic dioxide providing the particular surface as adsorbate:

Therefore,

$$\begin{aligned} [\text{H}^+]_{\text{soln}} &= \text{H}_0^+ - \text{H}_{ad}^+ \\ &= \text{H}_0^+ (1 - k [\text{SnO}_2]^n) \end{aligned} \quad [2]$$

or

$$p_H = p_{H_0} + k [\text{SnO}_2]^n \quad [3]$$

assuming that $k [\text{SnO}_2]^n \ll 1$.

Eq. [3] could be written in the form

$$\log \Delta p_H = \log k + n \log [\text{SnO}_2] \quad [4]$$

where

$$\Delta p_H = p_{H_0} - p_H. \quad [5]$$

Eq. [4] was tested for 23, 24 and 25 ml. addition of alkali stannate solutions to 25 ml. of HCl . The results are shown in fig. 4, which

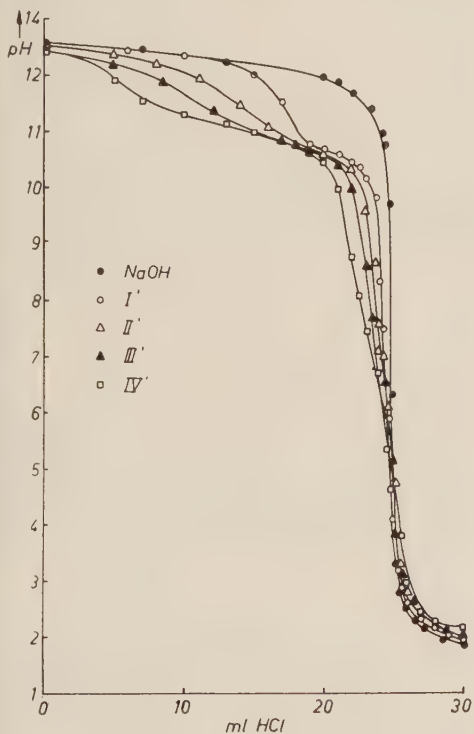


Fig. 3. Potentiometric titration of alkali stannate against HCl

of the curves from the standard curve for the titration of an equinormal solution of NaOH and 0.1 N HCl . A similar observation in acid medium was observed in the titration of alkali silicates against HCl (7). On gradual addition of the alkali stannate a precipitate began to appear between p_H 1.6 and 2 for the high and low stannic oxide content in the solutions respectively. This precipitate dissolved again on the alkaline side after p_H 10–10.5. However, in the reverse titrations, the precipitate commences to form at p_H 7.6.

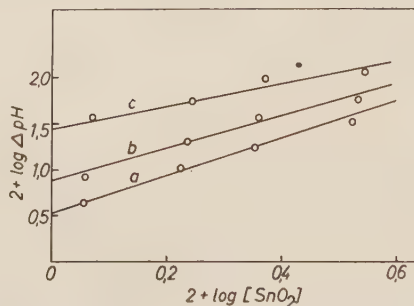


Fig. 4. Test of eqn. [4] a, b and c represent solutions made by the addition of 23, 24 and 25 ml. of alkali stannate to 25 ml. of HCl

proves that our assumptions in the derivation of eq. [4] are valid. The lines show decreasing slopes, thus indicating that the adsorption energies are different in these solutions.

B) Effect of Aging on p_H . Aging effects were only studied for two acidified sodium stannate solutions with $R = 1:0.43$ and $1:0.80$. 10, 14, and 16 ml. aliquots of the stannate solution admixed while stirring to 20 ml of 0.4 N HCl were solution, and the p_H was followed for several days. The results are shown in tables 4.

Table 4
Effect of Aging on p_H

Time	$R = 1:0.43$			$R = 1:0.80$		
	10 ml	14 ml	16 ml	10 ml	14 ml	16 ml
2 hrs	0.76	0.88	0.92	0.81	0.88	0.92
4 hrs.	0.75	0.84	0.87	0.77	0.86	0.89
6 hrs.	0.77	0.85	0.86	0.72	0.86	0.89
1 day	0.72	0.84	0.86	0.74	0.88	0.93
2 days	0.74	0.83	0.84	0.75	0.83	0.87
3 days	0.74	0.83	0.79	0.74	0.82	0.85
4 days	0.73	0.82		0.73		
5 days	0.73	0.80		0.73		
6 days	0.73			0.73		

The general trend is a slow and slight decrease in p_H as the solution is aged. One must remember that the original solutions are highly acidic and therefore significant changes in p_H should not be expected, since the majority of H^+ ions are prevailing in solution. Furthermore, the condensation process of stannic acid is a slow process. As the surface area of the particles decreases on condensation, a corresponding change in p_H accompanies that change, which is only obvious if one compares the first and last figures in each column.

These findings are in harmony with the results of Ghosh (18) where H^+ ions are liberated during the interaction of hydrated SnO_2 with electrolytes, by displacement from the double layer by the cations in solution. However, Prakash and Dhar (19) found that during gelation of the hydroxides of Fe, Cr, Al, and Sn, the concentration of H^+ ion falls considerably due to the firmness of the gellies formed.

C) pCl Values. These were determined for the solutions used for the p_H values studies. Table 5 gives the pCl values after several time intervals. It can be readily seen that the pCl values show an initial drop within the first two hours of admixing which may not continue depending on the nature of the solution. In some cases the pCl values tend to show a slight increase within the first six hours.

Such variations in the Cl^- ion activities which are associated with the adsorption of the H^+ ions by stannic acid, could also be due to the inherent effect of a dissolved substance on the activity of the ion.

Table 5

pCl Values of Acidified Sodium Stannate Solution

Time	$R = 1:0.43$			$R = 1:0.80$		
	10 ml	14 ml	16 ml	10 ml	14 ml	16 ml
0.5 hr.	0.701	0.698	0.750	0.662	0.727	0.763
2 hrs.	0.649	0.689	0.771	0.663	0.729	0.747
4 hrs.	0.652	0.707	0.761	0.653	0.731	0.732
6 hrs.	0.659	0.709	0.773	0.646	0.731	0.731
1 day	0.663	0.688	0.774	0.640	0.722	0.731
2 days	0.663	0.710	0.757	0.649	0.720	0.749
3 days	0.665	0.706	0.732	0.646	0.720	0.747
7 days	0.648	—	—	0.593	—	—

Crockford and co-workers (20–24), determined the standard potential of the silver-silver chloride – hydrogen cells using water-hydroxy organic compound media and HCl as an electrolyte. They found a dependence of the standard potential on the chemical nature of the added organic compound. However, in water-boric acid systems, no such a correlation was found (12). The change of pCl values with changing the SnO_2 content (i. e. changing R) develops a change in the activity of the ions in solution, in the same way as the addition of polyhydroxy-compound does. Furthermore, the response of the silver-silver chloride electrode to ions within the diffuse double layer is questionable in a dynamic system, where the conditions are not truly those of equilibrium.

Summary

Ultrafiltration experiments of highly acidified sodium stannate solutions ($p_H < 1$) indicate that equilibrium conditions prevail in these solutions. The amount of colloidal stannic acid increases linearly with increase of stannic oxide content of the original sodium stannate solutions. Potentiometric titrations of solutions of varying R ($Na_2O:SnO_2$) show that adsorption of H^+ ions occurs. An equation was derived relating the p_H of the solution and the SnO_2 content, which fits the experimental data. pCl measurements are also carried out.

Zusammenfassung

Ultrafiltrationsuntersuchungen an stark angesäuerten Natrium-Stannatlösungen ($p_H < 1$) zeigen, daß in diesen Lösungen Gleichgewichtsbedingungen vorherrschen. Der Anteil an kolloider Zinnsäure steigt linear mit dem Zinnoxidgehalt der ursprünglichen Natrium-stannatlösungen. Potentiometrische Titrationen von Lösungen mit variiertem R ($Na_2O:SnO_2$) zeigen, daß Adsorption von H -Ionen stattfindet. Eine Gleichung wird abgeleitet, die das p_H der Lösung und den SnO_2 -

gehalt miteinander in Beziehung setzt und die experimentellen Daten gut darstellt. pCl-Messungen wurden ebenfalls ausgeführt.

References

- 1) Mecklenburg, W., Z. anorg. Chem. **64**, 368 (1909); **74**, 207 (1912); **84**, 121 (1914).
- 2) Collins, G. E. and J. K. Wood, Trans. Chem. Soc. **121**, 441 (1922).
- 3) Willstätter, R., H. Kraut and W. Fremery, Ber. **57** B, 1491 (1924).
- 4) van Bemmelen, J. M., Die Adsorption (Dresden und Leipzig 1910).
- 5) Jörgensen, Z. anorg. Chem. **57**, 353 (1908).
- 6) Collins, G. E. and J. K. Wood, Trans. Chem. Soc. **121**, 1122 (1922).
- 7) Sadek, H. and S. Abouharoun, J. Indian Chem. Soc. **34**, 443, 446 (1957).
- 8) Vogel, A., Quantitative Inorganic Analysis p. 437 (London 1953).
- 9) MacInnes, D. A. and K. Parker, J. Amer. Chem. Soc. **37**, 1445 (1915).
- 10) Harned, H. S. and R. W. Ehlers, J. Amer. Chem. Soc. **55**, 1350, 2179 (1933).

- 11) Milazzo, G., Elektrochemie, p. 98 (Wien 1952).
- 12) Sadek, H. and Z. F. Saleeb, Kolloid-Z. (in preparation).
- 13) Afanasiev, A. S., J. Amer. Chem. Soc. **52**, 3477 (1930).
- 14) Zsigmondy, R., Z. anorg. Chem. **89**, 210 (1915).
- 15) Grillo, M., Compt. rend. **230**, 1070 (1950).
- 16) Tourky, A. R., Z. anorg. allgem. Chem. **240**, 198 (1939).
- 17) Ghosh, S. and N. R. Dhar, J. Phys. Chem. **31**, 187 (1927).
- 18) Ghosh, B. N., J. Chem. Soc. **1928**, 3027.
- 19) Prakash, S. and N. R. Dhar, J. Indian Chem. Soc. **6**, 391 (1929).
- 20) Crockford, H. D., Nat'l. Bur. Standards (U.S.), Circular 524, 153 (1953).
- 21) Crockford, H. D. and A. A. Sakhnovsky, J. Amer. Chem. Soc. **73**, 4177 (1951).
- 22) Crockford, H. D., S. B. Knight and H. A. Staton, J. Amer. Chem. Soc. **72**, 2164 (1950).
- 23) Knight, S. B., H. D. Crockford and F. W. James, J. Phys. Chem. **57**, 463 (1953).
- 24) Williams, J. P., S. B. Knight and H. D. Crockford, J. Amer. Chem. Soc. **72**, 1277 (1950).

Aus der filtertechnischen Forschungsabteilung der Seitz-Werke GmbH., Bad Kreuznach

Proteinanreicherung durch Ultrafiltration größerer Flüssigkeitsmengen mit Vibrator-Filtern

Von H. Wilke

Mit 4 Abbildungen

(Eingegangen am 28. März 1960)

Zur Isolierung und Konzentrierung von Kolloiden und großmolekularen Verbindungen, insbesondere nativer Eiweißkörper, bedient man sich seit längerem der Ultrafiltration. Über die Trennwirkung, den mechanischen Aufbau und die filtrationsbeeinflussenden Faktoren der hier zu verwendenden Filtermembranen (Cella-Filter, Ultrafein- und Ultracellafilter der Membranfiltergesellschaft, Göttingen) liegen eine große Anzahl von Untersuchungen vor (1).

Da in Anpassung an die Größe der abzuschheidenden Kolloide sehr feinporeige Membranen gewählt werden müssen, sind die Filtrationsgeschwindigkeiten, die mit diesen Filtern erreicht werden können, naturgemäß sehr gering. Der einfachste Weg zur Steigerung der Filterleistung liegt in der Erhöhung des Filtrationsdruckes. Nach den Gesetzen für die Durchströmung von Kapillarsystemen müßte die Filtriergeschwindigkeit proportional dem Druck steigen und somit lediglich durch Verwendung von Hochdruck-Filtergeräten relativ kurze Filtrationszeiten möglich sein. Eine Steigerung des Filtrationsdruckes über 60 atü führt jedoch zur Kom-

primierung der Filtermembran und damit zur Verminderung der Porenweite. Der Filtrationsverlauf wird im wesentlichen aber von den auf der Filteroberfläche oder in den Poren abgeschiedenen Feststoffen bestimmt. Stark solvatisierte Kolloide, insbesondere Eiweißkörper, bilden einen gelartigen Film geringer Durchlässigkeit, der durch hohe Drücke nur noch dichter wird. Immerhin lassen sich bei optimalen Drücken von 15 atü kleinere Flüssigkeitsmengen in erträglichen Zeiten ultrafiltrieren (2, 3). Von der Membranfiltergesellschaft wird als Belastungsgrenze für eiweißdichte Ultrafeinfilter Lsg 60 eine Belegung mit 70–80 mg Protein/cm² Filterfläche angegeben (3).

Wenn auch diese Mengen bei Verwendung größerer Filtergeräte eine genügende Eiweißanreicherung für analytische Arbeiten und routinemäßige klinische Untersuchungen ermöglichen, so ergeben sich in der Arbeitspraxis der Eiweißchemiker und Serologen häufig auch Aufgaben, bei denen größere Mengen konzentrierter nativer Eiweißkörper oder Ultrafiltrate gewonnen werden müssen. Die gleichzeitige Anwendung extrem großer

Filterflächen und hoher Drücke stößt insbesondere deswegen auf apparative Schwierigkeiten, weil die Größe des Filtergerätes und die zu filtrierenden Flüssigkeitsmengen in einem realisierbaren Verhältnis zueinander stehen müssen.

Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, die Filtriergeschwindigkeit bei Ultrafiltrationen durch andere Maßnahmen zu steigern. Ein naheliegender Weg wurde bereits von *Bruckner* und *Overbeck* (4) beschrieben. Sie

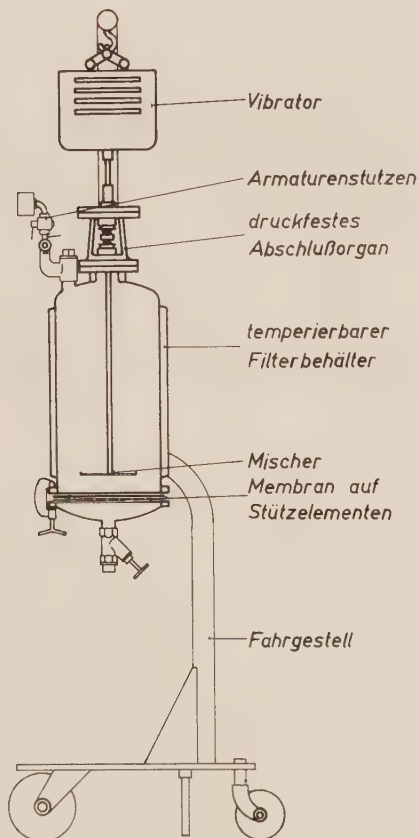


Abb. 1. Seitz-Einschichtenfilter 30/1 im Vibrator

konstruierten einen Hochdruckfilter mit elektromagnetisch von außen bewegtem Rührer, der die Abscheidung eines verstopfenden Belages auf der Membran verhindern sollte. *K. H. Maier* (3) beschreibt eine Anordnung, bei der kleine Geräte, auf eine Rüttelvorrichtung gesetzt, mit gleichem Effekt arbeiten. Die Filtrationszeiten für Originalseren mit 8% Eiweiß konnten damit auf $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{30}$ abgekürzt werden. Immerhin sind mit diesem Kunstgriff trotz Drücken von 15 atü bei 8% Proteingehalt je 100 cm² Filterfläche nur 80–120 ml zu filtrieren. Dazu waren im ruhenden Gerät 40–70 Stunden, im bewegten

Gerät $1\frac{1}{2}$ –2 Stunden erforderlich. Die Übertragung dieses Verfahrens auf größere Filtergeräte wäre nur mit einem erheblichen apparativen Aufwand zu lösen.

Es wurden deshalb von den Seitz-Werken GmbH., Bad Kreuznach, in Zusammenarbeit mit der Membranfiltergesellschaft Göttingen weitere Versuche zur Verbesserung der Filtriergeschwindigkeit mit Hilfe eines in größere Filter eingebauten Vibromischers¹⁾ durchgeführt. Bei dieser Anordnung, die in der Abb. 1 gezeigt wird, schwingt über der Filtermembran eine gelochte Mischerscheibe mit Wechselstromfrequenz und einer Amplitude von 1–2 mm. Dadurch werden auf die Membranoberfläche erhebliche mechanische Kräfte durch einen pulsierenden Flüssigkeitsstrom übertragen. So werden die auf der Membran bei Flüssigkeitsdurchgang abgelagerten Kolloide oder Großmoleküle gelockert, abgeschwemmt und in dem Unfiltrat homogen verteilt. Auf diese Weise kann die Verstopfung der Filter vollständig vermieden werden, wenn Mischterler und Filterfläche im richtigen Verhältnis zueinander gewählt werden. Zum Einbau dieser Mischer bieten sich die von den Seitz-Werken hergestellten „Einschichtenfilter“ (5) an. In diesen Filtern ist über horizontal liegenden Filterschichten von 140, 220, 300 und 600 mm $\varnothing$ ein entsprechend großer Aufgußraum angeordnet. Der Aufgußraum kann durch einen Doppelmantel gekühlt oder beheizt werden. Die Einschichtenfilter sind in der Normalausführung für Drücke bis zu 3 atü, die größeren auch für 6 atü ausgelegt. Ausschlaggebend für das hier beschriebene Verfahren ist die Möglichkeit zum stopfbuchlosen Einbau des Mischers in die Druckfilter bis zu einem Betriebsdruck von 5 atü. Das gestattet ein sauberes Arbeiten auch unter sterilen Bedingungen.

Mit einer Apparatur gemäß Abb. 1 haben wir Versuche zur Anreicherung von Rinderserumeiweiß von 0,025–7,0% vorgenommen, deren Ergebnisse hier berichtet werden sollen. Als eiweißdichte Membranen wurden „Ultrafilter Lsg 60“ mit Wasserwerten von 90 min gewählt²⁾.

Für diese Filtermedien werden Porendurchmesser von 5 μ und Eignung zum Abtrennen von Proteinen mit MG > 10000 angegeben. Auch bei unseren Versuchen trat selbst bei der intensiven mechanischen Be-

¹⁾ Vibromischer stellt die Firma „AG für Chemie-Apparatebau, Mennedorf-Zürich“ her. Vertrieb in Deutschland: Sartorius-Werke, Göttingen.

²⁾ Wir danken der Membranfiltergesellschaft Göttingen für ihre wertvollen Hinweise und für die Überlassung der Ultrafilter.

anspruchung durch den Vibromischer kein Hämoglobin, das dem Unfiltrat eine deutliche Rotfärbung verlieh, im Ultrafiltrat auf. Eine laufend durchgeführte Überwachung des Filtrates mit Sulfosalicylsäure (Nachweisbarkeitsgrenze ca. 0,15 mg/ml) zeigte, daß durch die Membran Lsg 60 keine Proteine bzw. deren Abbau-Produkte durchbrechen. Zum Schutz der Membran wurde diese mit einer naßfest imprägnierten Seitz-Schicht „0/400a“ unterlegt. Alle Versuche wurden mit Druckluft von 3 atü durchgeführt, die durch ein Druckgasfilter entkeimt wurde. Das Filtergerät selbst wurde mit Dampf sterilisiert, damit während der mehrstündigen Versuche kein Keimwachstum eintritt. Die Ultrafilter vertragen keine Hitzesterilisation. Sofern sie nicht keimfrei geliefert werden, werden sie gemäß Anweisung des Herstellers sterilisiert und nachträglich unter Einhalten steriler Bedingungen in das Filter eingebaut. Wichtig für eine Ultrafiltration ist eine intensive Vorfiltration der zu konzentrierenden Proteinlösung. Wir verwendeten dazu Seitz-EKS-Schichten und erhielten damit gleichzeitig ein keimfreies Filtrat.

Die Ultrafiltration nach diesem Verfahren findet eine Grenze in dem Volumen, welches im Filteraufgußraum durch den Vibromischer nicht mehr erfaßt werden kann. Der Mischer muß etwa 50 mm über der Filtermembran schwingen und darf dabei nicht aus der Flüssigkeitsoberfläche herauschlagen. – Das würde zu unerwünschter Schaumbildung führen. Beim Schwingen innerhalb der Flüssigkeit tritt durch die nach unten gerichtete Strömung keine Schaumbildung auf. – Die verschiedenen Filtergrößen bedingen unterschiedliche, nicht filtrierbare Restmengen.

Bei den Normalkonstruktionen der Seitz-Filtergeräte können folgende Konzentrierungsverhältnisse erreicht werden:

Ein-schichten-filter	Filter-fläche	Füll-menge	Rest-volumen	Konzen-trierungs-verhältnis
22/1	330 cm ²	10 l	1,5 l	1:7
30/1	630 cm ²	30 l	4 l	1:7,5
60/1	2500 cm ²	120 l	15 l	1:8

Eine Einengung auf kleinere Mengen ist also nur durch Übergang auf kleinere Filtergeräte oder nach Abschalten des Vibrators in statischen Filterverfahren möglich.

Das Charakteristische der Eiweißanreicherung durch eine Ultrafiltration mittels Vibratorrührung sei an den Filtrationskurven der Abb. 2 erläutert. Hier wurden in dem in Abb. 1 dargestellten Einschichtenfilter Gr. 30 mit einer Filterfläche von 630 cm² 20 l einer 0,55%igen Rinderserumverdünnung („Boviserin“ der Behring-Werke, Marburg) in physiol. Kochsalzlösung bei einem Druck von 3 atü konzentriert. Im Diagramm ist die Ultrafiltratmenge im Verhältnis zur Filtrationszeit dargestellt. Für reine, durch Seitz-EKS-Schicht vorfiltrierte physiol. Kochsalzlösung (Kurve W) ergibt sich ohne und mit Vibrator eine konstante Filtriergeschwin-

digkeit von 2,67 l/h, entsprechend einem Wasserwert des Ultrafilters von 45 min³).

Wird mit diesem Filter eine 0,55%ige Eiweißlösung im bisher üblichen statischen Filtrierverfahren mit 3 atü filtriert, so ergibt sich ein Filtrationsverlauf gemäß Kurve A. Es tritt eine rasche Verstopfung ein, die verhindert, daß in annehmbaren Filtrationszeiten mehr als 1500 ml Ultrafiltrat gewonnen werden können. Eine Eiweißanreicherung der 20 l Ausgangslösung ist dadurch nur von 0,55% auf 0,595% möglich.

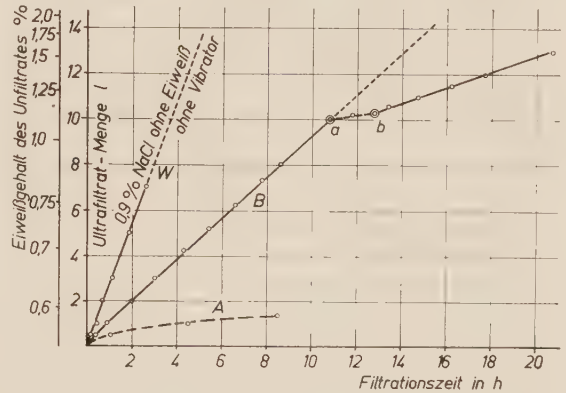


Abb. 2. Proteinkonzentrierung durch Ultrafiltration mit Vibrator-Filtern

Filter : 30/1 30 l Aufgußraum
Ultrafilter : Lsg 60 (90°)
Filterfläche : 660 cm²
Druck : 3 kg/cm²
Eiweißlösung : 20 l 0,55%iges Rinderserum-Eiweiß
Vibrator : 50 Hz 2 mm Ampl. Abstand des Rührers 50 mm
Fläche Vibro.: Filter 1:3,7

Im Gegensatz zu allen bisher bekannten Ultrafiltrationsverfahren verläuft eine Filtration mit Vibromischer praktisch ohne Verstopfung, wie Kurve B zeigt. Die Filtriergeschwindigkeit beträgt zwar mit 930 ml/h nur etwa 1/3 der Wasserleistung, sie gestattet aber, die 20 l Ausgangsmenge auf 4 l in etwa 17 Stunden einzuengen und damit den Eiweißgehalt auf 2,75% anzureichern.

Für die praktische Arbeit ist von Bedeutung, daß die Filtration durch Druckentlastung und Abstellen des Vibrators auch für längere Zeit unterbrochen werden kann, ohne daß dadurch der weitere Filtrationsverlauf beeinflusst wird.

Um festzustellen, ob eine bei statischer Filtration verstopfte Membran durch Einschalten eines Vibrators wieder für den

³) Unter dem Wasserwert einer Filtermembran ist die Filtrationszeit für 100 ml H₂O pro 100 cm² Filterfläche und 1 atü Druckdifferenz zu verstehen.

Flüssigkeitsdurchgang freigelegt werden kann, wurde im Versuch *B* bei Punkt *a* unter Konstanthaltung des Druckes der Vibromischer für 2 Stunden abgestellt. Es trat sofortige Verstopfung ein, die beim Wiedereinschalten des Vibrators bei *b* nicht vollständig wieder aufgehoben werden konnte. Die verminderte Filtriergeschwindigkeit hinter dem Punkt *b* deutet darauf hin, daß bei einer normalen Eiweißfiltration ohne inten-

sive mechanische Flüssigkeitsbewegung nicht nur die Membranoberfläche belegt wird, sondern auch das Innere des Porengefüges.

Da bei dem beschriebenen Versuch immerhin ein merklicher Unterschied in der Filtriergeschwindigkeit der eiweißhaltigen und eiweißfreien Lösung besteht, wurden Anreicherungsversuche mit Eiweißlösungen unterschiedlicher Ausgangskonzentrationen durchgeführt. Das Versuchsergebnis ist in Abb. 3 dargestellt. Auf der Ordinate sind hier die je 100 cm² Filterfläche zu gewinnenden Ultrafiltratmengen aufgetragen, so daß sich die Ergebnisse auf Filter unterschiedlicher Größe umrechnen lassen. Die Einschichtenfilter der Seitz-Werke haben je 100 cm² Filterfläche einen Aufgußraum von etwa 4,8 l. Da diese Menge maximal nur um den Konzentrationsfaktor 1:8 eingengt werden kann, sind in jedem Fall nur 4,2 l Ultrafiltrat je 100 cm² zu gewinnen. Daraus ergeben sich die im Diagramme angeführten Eiweißanreicherungen in Prozenten. Die Kurven zeigen selbst für relativ hohe Eiweißkonzentrationen zwischen 1 und 7% durch ihren gradlinigen Verlauf an, daß keine Verstopfung eingetreten ist. Höhere Konzentrationen wurden noch nicht untersucht. Es ist jedoch wohl anzunehmen, daß bei einer weiteren Steigerung der Ausgangskonzentration keine wesentliche Änderung der hier aufgefundenen Gesetzmäßigkeit eintritt, wenn man von extremen Bedingungen etwa oberhalb 20% Eiweiß absieht. Es ergibt sich eine deutliche Abhängigkeit der Filtriergeschwindigkeit von der Eiweißkonzentration, für die sich aus den Versuchsergebnissen annähernd die in Abb. 4 dargestellte Kurve ableiten läßt.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß Ungleichmäßigkeiten in der Porenverteilung der einzelnen Membranen diese Werte verschieben können.

Die Abhängigkeit der Filtriergeschwindigkeit vom Eiweißgehalt müßte zwangsläufig zu Filtrationskurven führen, die gegen die Ordinate konvex gekrümmt sind. In den meisten Fällen fanden wir aber bei einwandfreier Abstimmung des Vibratormischers auf den Filterdurchmesser einen geradlinigen Verlauf innerhalb eines Konzentrationsintervalles von 1:7.

Zusammenfassung

Unter Verwendung eines Vibromischers lassen sich Ultrafiltrationen auch mit größeren Flüssigkeitsmengen und niedrigen Drücken in relativ kurzer Zeit durchführen. Dabei tritt keine Verstopfung der Filtermem-

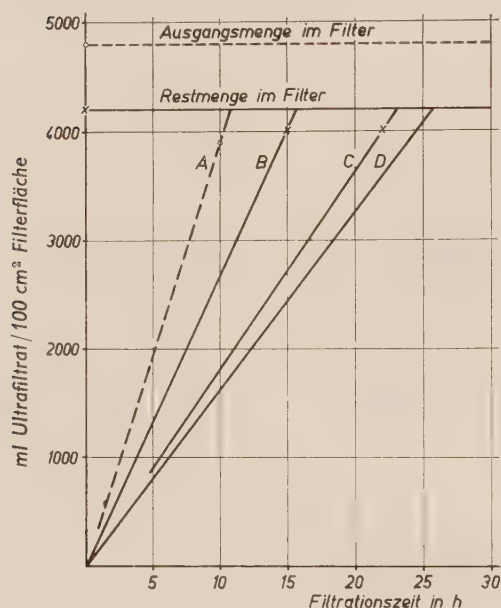


Abb. 3. Abhängigkeit der Filtriergeschwindigkeit vom Eiweißgehalt der Ausgangslösung

	Eiweißkonz. im Unfiltrat	
	Beginn d. Filtr.	Ende d. Filtr.
A	0,9% NaCl-Lsg., eiweißfrei	
B	0,025%	0,20%
C	0,125%	1,00%
D	0,96 %	7,7 %

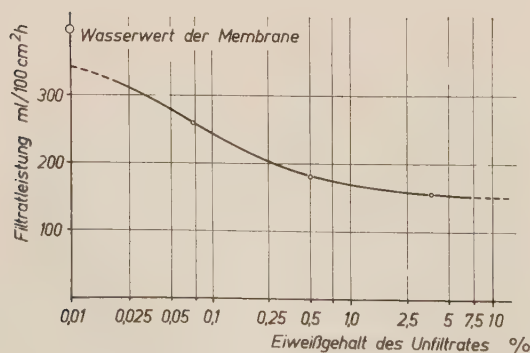


Abb. 4. Mittlere Filtriergeschwindigkeit bei der Proteinanreicherung verdünnter Seren mit Vibrator-Filtern
Rinderserum in 0,9% NaCl Filtrationsdruck 3 atü
Ultrafilter Lsg 60 (90') Filterfläche 100 cm²

ranen ein, so daß bei entsprechender Auswahl der Filtermedien erhebliche Anreicherungen von kolloid-dispersen Stoffen im Unfiltrat erzielt werden können. Zeit-Einschichtenfilter größerer Bauart gestatten die Ultrafiltration von Ansätzen bis zu 120 l in ca. 24 Stunden.

Im Vergleich zur statischen Hochdruckfiltration ist trotz wesentlich niedrigerer Filtrationsdrücke die 20- und mehrfache Menge an Ultrafiltrat pro Flächeneinheit zu gewinnen, wenn die Filtergeräte mit einem fibromischer ausgestattet werden.

Die Methodik wurde für das Beispiel der Konzentrierung von 0,025–1,0%igen Eiweißlösungen mit Ultrafiltern Lsg 60 erprobt. Die Filtriergeschwindigkeit ist im relativ geringen Maße abhängig von der Eiweißkonzentration. Innerhalb eines Konzentrierungsbereiches von 1:7 ist die Filtriergeschwindigkeit praktisch konstant.

Das Verfahren eignet sich zur Anreicherung von Proteinen und Proteinabbauprodukten, Hormonen, Fermenten, bakteriellen Toxinen, Antigenen und dergl.

Schrifttum

1) Siehe Literaturzusammenstellung der Membranfilterges., Göttingen.

2) Wagner, H., Z. Naturforschg. **12**, H. 8/9, 514–518 (1957).

3) Maier, K. H., Membranfilter-Information MI 124 (1958).

4) Bruckner, B. u. W. Overbeck, Kolloid-Z. **36**, 192 (1925), Erg.-Bd.

5) Wilke, H., Chem. Ing. Techn. **30**, 219–222 (1958).

From the Chemistry Department, St. John's College, Agra (India)

Effect of Environmental Changes on Solid Stabilised Emulsions

By S. N. Srivastava

With 4 tables

(Received May 7, 1960)

Introduction

In earlier papers on solid stabilised emulsions (1), it has been communicated that these emulsions are rather immune to the effect of addition of acid, other electrolytes and small heat changes. The effect of variation of these environmental factors of the system on the characteristics of emulsions with solid stabilizers has been studied here quantitatively on the basis of size frequency analysis (2) and interfacial areas calculated therefrom. Thus the fundamental characteristics of an emulsion viz. interfacial area and the stability remain the same but the influence of environmental changes must also be taken into account in quantitative evaluation of emulsions, which can be easily followed by a study of variation of the specific interface with time and with various environmental conditions.

Limburg (3) studied the effect of K_2CO_3 , KCl, HCl and $AlCl_3$ on a pure paraffin emulsion and explained his results on the basis of the adsorption of the added ions. King and Wrzeszinski (4) found in their experimental work that multivalent cations can only break the emulsion when there is any chemical reaction with the emulsifying agent and the added electrolytes. King and Mukerjee (5) studied the stability of the different soap stabilized emulsions when $CaCl_2$ and HCl were added to the system. They also studied the effect of change of temperature of the emulsions and came to the conclusion that all these effects more or less amount to the accelerated ageing of the system. Mukerjee and Srivastava (1) observed the influence of $CaCl_2$, HCl and heat on emulsions stabilized by hydroxides of some metals and found that there was not much pronounced effect on the system.

Here a general quantitative picture of the effect of various environmental factors as mentioned above on solid stabilised emulsions has been presented and related to the emulsion stability.

Results and Discussion

The emulsions used to study the various effects were made as in the previous communications (loc. cit.) by using freshly precipitated solid emulsifiers. 50 c.c. of one per cent suspension of the agent were taken and to it the inner phase was added portionwise, the mixture being shaken after each addition of the oil. When the entire quantity of the oil was added, the whole mass was first shaken intermittently for an hour and then homogenized through a valve homogenizer. The requisite quantities of $CaCl_2$ or HCl (0.5 c.c. of N/5 Soln. of each electrolyte) were added to 10 c.c. of the emulsion and it was shaken. The emulsion was subjected to elevated temperatures in case of the study of effect of heat. Then their size distribution and interfacial characteristics studied as before immediately after varying the environmental conditions and at various intervals thereafter.

In the following tables no. 1, 2 and 3 are given some typical data which show the effect of $CaCl_2$, HCl and heat on degree of dispersion and stability of emulsions.

In table 1 are given some typical data which denote the antagonistic effect of Ca ions on specific interface and stability of solid stabilized emulsions. It has been found that if variable quantities of $CaCl_2$ are added, then the specific area decreases with increasing concentration of the Ca ions and so is the stability. But here for the sake of comparison of efficiencies of different agents only a definite quantity of the electrolyte has

Table 1

Effect of addition of CaCl_2 on interfacial area and stability of solid stabilised emulsions

Emulsion No.	Solid Emulsifier	Oil Used	Initial sp. area in sq. cm./gm. oil ($\times 10^3$)		Stabilities ($\times 10^3$)	
			Pure Emulsion	Emulsion + CaCl_2	Pure Emulsion	Emulsion + CaCl_2
44	Basic nickel sulphate	Kerosene	5.990	5.900	62.20	61.72
48	Basic ferrous sulphate	— do —	6.720	6.644	63.95	63.18
49	Basic ferric sulphate	— do —	10.34	10.28	48.68	48.00
52	Basic aluminium sulphate	— do —	7.667	7.592	79.60	78.92
121	Basic ferrous sulphate	Olive	3.029	3.002	137.80	137.0
122	Basic ferric sulphate	— do —	3.959	3.931	90.69	90.57
86	1:1 Bordeaux mixture	Kerosene	6.400	6.305	61.04	60.53
105	Nickel Bordeaux mixture	— do —	3.110	3.083	71.42	71.00
107	Burgundy mixture	— do —	3.730	3.660	56.76	56.00
56	Bentonite	— do —	25.05	25.00	34.30	34.18
61	Strontium carbonate	— do —	3.436	3.341	39.28	39.11
66	Aluminium arsenite	— do —	5.215	5.184	66.26	66.00
68	Calcium arsenate	— do —	3.788	3.742	54.80	54.39
69	Bismuth oxychloride	— do —	4.189	4.155	39.86	39.42
131	Bauxite (leached)	— do —	4.320	4.230	70.65	70.31
37	Lanthanum hydroxide	— do —	5.796	5.600	22.22	21.91
109	Nickel hydroxide	Olive	5.092	5.002	28.88	28.01
110	Aluminium hydroxide	— do —	4.481	4.420	51.22	50.12

Table 2

Effect of addition of HCl on interfacial area and stability of solid stabilized emulsions

Emulsion No.	Solid Emulsifier	Oil Used	Initial sp. area in sq. cm./gm. oil ($\times 10^3$)		Stabilities ($\times 10^3$)	
			Pure Emulsion	Emulsion + HCl	Pure Emulsion	Emulsion + HCl
44	Basic nickel sulphate	Kerosene	5.990	5.888	62.20	60.61
48	Basic ferrous sulphate	— do —	6.720	6.627	63.95	62.02
49	Basic ferric sulphate	— do —	10.340	10.265	48.68	45.87
52	Basic aluminium sulphate	— do —	7.667	7.579	79.60	78.05
121	Basic ferrous sulphate	Olive	3.029	2.995	137.80	136.52
122	Basic ferric sulphate	— do —	3.959	3.926	90.69	90.00
86	1:1 Bordeaux mixture	Kerosene	6.400	6.293	61.04	60.43
105	Nickel Bordeaux	— do —	3.110	3.072	71.42	70.88
107	Burgundy mixture	— do —	3.730	3.651	56.76	55.85
56	Bentonite	— do —	25.05	25.90	34.30	34.00
61	Strontium carbonate	— do —	3.436	3.217	39.28	35.91
66	Aluminium arsenite	— do —	5.215	5.196	66.26	65.82
68	Calcium arsenate	— do —	3.788	3.770	54.80	54.19
69	Bismuth oxychloride	— do —	4.189	4.171	39.86	39.22
131	Bauxite (leached)	— do —	4.320	4.301	70.65	70.18
37	Lanthanum hydroxide	— do —	5.796	5.000	22.22	20.90
109	Nickel hydroxide	Olive	5.092	4.970	28.88	27.90
110	Aluminium hydroxide	— do —	4.481	4.400	51.22	50.02

been added in each case. From the table 1 it is clear that since a decrease in initial specific area takes place, the addition of Ca ions coarsens the emulsion and increases the globule size. But because the reduction in area and stability is very small, there is little deterioration of the emulsion. Further as with soap stabilized emulsions of *King* and *Mukerjee* (loc. cit.) the cause of this deterioration is not the tendency to inversion owing to the formation in situ of Ca soap but is presumably the adsorption of Ca ions at the protective film round the dispersed globules,

which in some way or the other affects the double layer and zeta potential resulting thereby in a tendency to coalescence.

It is also seen that same variability of interfacial areas and stabilities is apparent almost in all cases except with olive oil emulsions (109, 110, 121 and 122) where comparatively smaller change has been observed. This may be due to high viscosity of the disperse phase which prevents Ca ions from reaching the interfacial film. Also emulsion no. 68 stabilised by calcium arsenate is little affected by CaCl_2 probably because the Ca ions are

common to both the stabilizer and the electrolyte.

A series of similar results for the same systems is given in the following table 2 which shows the influence of acid addition on solid stabilised emulsions. The results show that the small concentrations of acid addition have much the same effect as multi-valent cations in lowering the degree of dispersion and the stability. The olive oil systems are again the least affected ones. The variations are, as it should be, somewhat more pronounced in all cases. This is due to the tendency of the solid emulsifier to dissolve in the acid. Thus in case of emulsion no. 61, the change is rather striking because of the comparatively greater solubility of strontium carbonate in the acid used.

In assessing industrial utility of emulsions one cannot neglect the effect of heat on them which may bring about certain changes in the properties of emulsions followed by the change in viscosity and composition of the emulsifier. Accordingly the typical emulsions have been subjected to various elevated temperatures, by heating for two hours and effect of heat studied on them by size frequency analysis. In the following table 3 are given some typical data which exhibit the effect of heat on specific areas of emulsions.

It is clear from the above table that these emulsions can withstand a temperature of 60° C without undergoing any appreciable change in their state of dispersion. Further exposure, however, does bring about some change in the specific area. Emulsion no. 17

stabilised by copper hydroxide when subjected to the elevated temperature of 90° C turned black from greenish blue due to the partial conversion of the hydroxide into oxide and considerable coarsening in the system took place accompanied by separation of free oil. This is also the case with emulsions promoted by different types of Bordeaux mixture. In all these instances separation of large quantities of the oil and appearance of bigger droplets (60 μ –90 μ) is a common feature at this temperature although smaller globules still remain predominant. This behaviour is analogous to soap stabilized emulsions of *King* and *Mukerjee* (loc. cit.) where the smaller particles are much more stable than the larger ones at elevated temperatures, the effect of gravity on the larger globules being greater owing to the decrease in viscosity of the dispersion medium. In general it may be concluded that these solid stabilised emulsions owing to their gelatinous consistency are by far the most resistant to heat. Bentonite emulsions were remarkably little changed by heating due to comparative inertness of the emulsifier, the initial specific interface decreasing from 25.05×10^3 to 25.00×10^3 sq. cm./gm. oil only.

Another aspect of change of environmental factors is to study the effects of addition of small quantities of colloidal agents such as gelatin, gums and soaps on the emulsifying properties of the chief agents with a view to further ameliorate the emulsions promoted by them. Therefore, small quantities of sodium oleate, gelatin

Table 3

Effect of heat on specific areas of solid stabilized emulsions
(N. B. Quantities in bracket denote percentage of oil separated)

Emulsion	Solid Emulsifier	Oil used	Specific areas in sq. cm./gm. oil ($\times 10^3$)			
			At 25° C	At 40° C	At 60° C	At 90° C
17	Cupric hydroxide	Kerosene	2.932	2.932	2.932	1.881 (11)
44	Basic nickel sulphate	— do —	5.990	5.990	5.987	5.931 (2)
48	Basic ferrous sulphate	— do —	6.720	6.720	6.715	6.675 (3)
49	Basic ferric sulphate	— do —	10.340	10.34	10.33	10.300 (2)
52	Basic aluminium sulphate	— do —	7.667	7.667	7.664	7.628 (4)
121	Basic ferrous sulphate	Olive	3.029	3.029	3.028	3.004 (1)
86	1:1 Bordeaux mixture	Kerosene	6.400	6.400	6.391	6.343 (9)
105	Nickel Bordeaux	— do —	3.110	3.110	3.102	3.056 (3)
107	Burgundy mixture	— do —	3.730	3.730	3.720	3.678 (4)
56	Bentonite	— do —	25.050	25.050	25.050	25.00
61	Strontium carbonate	— do —	3.436	3.436	3.430	3.319 (3)
66	Aluminium arsenite	— do —	5.215	5.215	5.211	5.195 (3)
68	Calcium arsenate	— do —	3.788	3.788	3.780	3.770 (1)
69	Bismuth oxychloride	— do —	4.189	4.189	4.182	4.170 (2)
131	Bauxite (leached)	— do —	4.320	4.320	4.320	4.313 (2)
37	Lanthanum hydroxide	— do —	5.796	5.796	5.690	5.332 (5)
109	Nickel hydroxide	Olive	5.092	5.092	5.000	4.22 (8)
110	Aluminium hydroxide	— do —	4.481	4.481	4.021	3.821 (7)

Table 4

Effect of colloidal substances on specific areas and stability of solid stabilised emulsions

Agent	Specific area in sq. cm./gm. oil ($\times 10^3$)		Stability ($\times 10^3$)
	Immediately	On 30th day	On 30th day
Aged Alumina pure	4.805	4.573	183.450
Aged Alumina + 0.5% gum acacia	5.900	5.602	192.20
Aged Alumina + 1.0% gum acacia	8.621	8.398	198.8
Aged Alumina + 0.1% gelatin	7.815	7.628	201.3
Aged Alumina + 0.2% gelatin	13.21	12.91	213.1
Aged Alumina + 0.5% gelatin	15.56	12.26	225.4
Aged Alumina + 0.01% Na oleate	11.93	11.61	238.1
Aged Alumina + 0.02% Na oleate	14.89	14.59	240.2
Aged Alumina + 0.05% Na oleate	16.24	16.01	245.2
Bentonite pure	25.05	22.34	34.3
Bentonite + 0.5% gum acacia	26.12	23.38	38.12
Bentonite + 1.0% gum acacia	28.36	25.92	40.46
Bentonite + 0.1% gelatin	37.87	35.02	48.17
Bentonite + 0.2% gelatin	42.42	39.62	68.58
Bentonite + 0.1% Na oleate	48.68	46.98	76.46

and gum acacia have been added to aluminium hydroxide and bentonite and respective mixtures then emulsified. Observations are given in table 4.

The results of the above table at once show that addition of small quantities of these agents leads to an easier and better emulsification and renders the dispersion much more fine, showing thereby that these agents exert their protective action after mutual adsorption. In every case there is an increase in initial specific areas with very little change in its final value which shows that the process of the degradation of emulsion is very slow and the system remains still highly dispersed at the end of one month. The high values of specific areas in case of gelatin and sodium oleate where comparatively small percentages of the agents as compared to gum acacia have been used, are remarkable. These may be due to varying degree of hydration capacity of the various agents. A marked enhancement in the stability factor is also obvious from the last column of the above table. It seems probable that these agents render the continuous phase more viscous which retards coalescence of globules thereby conferring stability to the system.

Lastly the effect of concentration of the stability of emulsions also falls under the heading of this paper and has to be taken into account. This has been studied with reference to aluminium hydroxide which is so typical of hydroxide agents. It has been found that there exists an optimum range of the concentration of the emulsifying agent within which true and stable emulsions can be obtained. Amounts below the lower limit of

this range will produce either quasi emulsions or they will even not emulsify a given quantity of a certain oil. While amounts taken above the upper limit of this range will result in a type of solide mass which cannot be regarded as true emulsion. Of course the nature and the quantity of the oil employed have also to be considered. This range for freshly precipitated aluminium hydroxide is 0.25% to 2.75%. The concentration coefficient of emulsion stability is beyond the scope of this work and needs further research as the results would have some practical significance.

Summary

In order to evaluate an emulsion for practical purposes or to grade different agents in order of their emulsifiability, it is necessary to consider the effect of environmental factors in addition to the fundamental criteria, interfacial area and the stability. This has been studied here with special reference to effect of CaCl_2 , HCl and heat etc. With solid stabilised emulsions, the effect of addition of CaCl_2 was very small, although both the interfacial area and stability were lowered to some extent. In fact as reported by King and Mukerjee (loc. cit.), some of these emulsions like those stabilised by aged alumina could remain stable even after being saturated with CaCl_2 although the dispersion became far more coarse. The same variability is apparent in case of acid additions but in this case the effect is somewhat more pronounced because of the partial solubility of the emulsifier in HCl. In both instances, however, olive oil emulsions are least affected, due to the higher viscosity of the system. On the other hand the addition of small amounts of colloidal substances like gelatin, gum acacia and sodium oleate to some of these solids immensely improves their emulsifying efficiency as well as the subsequent stability of the product. This may be assigned to the protective action of these colloids on the interfacial film. Another aspect of emulsion stability regarding the solid stabilised emulsion is that these can withstand higher temperatures and are little affected upto 100°C . An important feature of these emulsions is the optimum concentration range of the

emulsifier within which true and stable emulsions can be formed.

Zusammenfassung

Um eine Emulsion für praktische Zwecke auszuwerfen oder die verschiedenen Agenzien gemäß ihrer Emulgierbarkeit einzuordnen, ist es notwendig, den Effekt der Umgebungsfaktoren zusätzlich zu den fundamentalen Kriterien, der Phasengrenzfläche und der Stabilität zu betrachten. Dies wurde mit der besonderen Absicht untersucht, die Wirkung von CaCl_2 , HCl und Wärme usw. festzustellen. Bei mit festen Stoffen stabilisierten Emulsionen ist die Auswirkung des Zufügens von CaCl_2 sehr klein, obgleich sowohl Phasengrenzfläche als Stabilität in einem Ausmaß gesenkt wurden. In dem Fall, wie von King und Mukerjee berichtet, bleiben einige dieser Emulsionen, wie die mit gealterter Emulsion stabilisierten, sogar stabil, nachdem sie mit CaCl_2 gesättigt sind, obwohl die Dispersion weit mehr rüber wird. Dieselbe Veränderung ist im Fall von Ölzusatz deutlich, doch ist in diesem Fall die Wirkung etwas ausgeprägter wegen der größeren partiellen Löslichkeit des Emulgators im HCl . Immer aber werden Olivenölemulsionen weniger beeinflusst, entsprechend der höheren Viskosität des Systems. Andererseits er-

höht die Zufügung kleiner Mengen kolloider Substanzen wie Gelatine, Gummi acacia und Natriumoleat zu einigen dieser Feststoffe ihre Emulgatorwirkung beträchtlich, wie auch die Stabilität der so erzeugten Produkte. Das kann der Schutzwirkung dieser Kolloide im Grenzflächenfilm zugeschrieben werden. Ein anderer Aspekt der Betrachtung der Emulsionsstabilität von feststoff-stabilisierten Emulsionen ist der, daß diese höhere Temperaturen aushalten können und bis herauf zu 100°C kaum beeinflusst werden. Ein wichtiger Faktor für die Herstellung dieser Emulsionen ist die Beachtung des optimalen Konzentrationsbereiches des Emulgators, innerhalb dessen wahre und stabile Emulsionen gebildet werden können.

References

- 1) Mukerjee and Srivastava, Kolloid-Z. 147, 140 (1956); 149, 35 (1956); 150, 144 (1957).
- 2) King and Mukerjee, J. Soc. Chem. Ind. 57, 431 (1938).
- 3) Limburg, The Theory of Emulsions and their Technical Treatment (London 1956).
- 4) King and Wrzeszinski, Trans. Faraday Soc. 35, 741 (1939).
- 5) King and Mukerjee, J. Soc. Chem. Ind. 58, 243 (1939).

Tagungsberichte

Bericht über den III. Internationalen Kongreß für Grenzflächenaktive Stoffe in Köln vom 12. bis 17. September 1960

Von H. Lange (Düsseldorf)

(Eingegangen am 10. Oktober 1960)

Vom 12. bis 17. September 1960 fand in Köln der II. Internationale Kongreß für Grenzflächenaktive Stoffe statt. Veranstalter dieser Kongresse, die im Abstand von etwa drei Jahren abgehalten werden, ist das Comité International de la Detergence.

Das Vortragsprogramm war in vier Sektionen eingeteilt, die in Parallelsitzungen durchgeführt wurden. Wegen der großen Zahl der Vorträge – es waren mehr als 250 – ist es an dieser Stelle nicht möglich, sie alle einzeln zu erwähnen. Daher sollen nur die Plenarvorträge namentlich aufgeführt werden.

Sektion A

Chemie grenzflächenaktiver Stoffe

Vortragsgruppe A I: Konstitution, Synthese und Herstellung

H. Köbel (Berlin): Einfluß der Konstitution auf die Eigenschaften grenzflächenaktiver Stoffe.

B. Blaser (Düsseldorf): Neuere Entwicklungen in der Synthese grenzflächenaktiver Stoffe.

J. Amende (Marl): Fortschritte in der Herstellung grenzflächenaktiver Stoffe.

Vortragsgruppe A II: Eigenschaften der grenzflächenaktiven Stoffe

K. Schäfer (Heidelberg): Zwischenmolekulare Kräfte als Ursache makroskopischer Erscheinungen, insbesondere von Oberflächenphänomenen.

D. G. Dervichian (Paris): Das Kristallisationsvermögen und die Löslichkeit der grenzflächenaktiven Stoffe.

B. A. Pethica (Manchester): Bildung von Micellen.

Die Gruppe A I ließ erkennen, daß in den letzten Jahren kaum irgendwelche bedeutenderen Typen von grenzflächenaktiven Substanzen neu entwickelt worden sind. Die Fortschritte liegen eher in den Varianten an sich bekannter Typen und in den Herstellungsmethoden.

In der Gruppe A II machte sich eine besondere Aktivität auf dem Gebiete der Eigenschaften von Micellen, der Phasengleichgewichte und der Adsorption von grenzflächenaktiven Stoffen bemerkbar. Besonderes Interesse finden neuerdings offenbar die Eigenschaften der Äthylenoxydaddukte, mit denen sich mehrere Referate befaßten.

Sektion B

Physik der Grenzflächen

Vortragsgruppe B I: Gestalt und Energetik der Grenzflächen

K. L. Wolf (Marienthal): Morphologie der Flüssigkeitsoberflächen (Gestalt der flüssigen Körper).

A. E. Alexander (Sydney): Adsorption an den Grenzflächen gasförmig/flüssig, flüssig/flüssig und fest/flüssig.

J. H. Schulman und H. Rosano (New York): Der Einfluß von amphoteren grenzflächenaktiven Verbindungen auf den selektiven Durchgang von Salzen und Ionen durch nichtwäßrige flüssige Membranen.
 W. von Engelhardt (Tübingen): Beeinflussung des Kristallwachstums durch grenzflächenaktive Stoffe.

Vortragsgruppe B II: Elektrische Erscheinungen an Grenzflächen

M. J. Sparnaay (Eindhoven): Elektrische Doppelschichten.
 J. T. Davies (Cambridge, England): Potentiale an Phasengrenzen.
 H. Thiele (Kiel): Vorstufen zum Gel bei Polyelektrolyten.

Vortragsgruppe B III: Kohäsion und Adhäsion

B. V. Derjaguin und V. P. Smilga (Moskau): Gegenwärtiger Stand der Untersuchungen über Adhäsion von Polymeren und Halbleitern (nur schriftlich eingereicht).
 H. Lange (Düsseldorf): Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet des Spreitens, Netzens und Umnetzens.
 F. B. Bowden und J. H. Brunton (Cambridge, England): Reibung, Deformierung und Bruch von Festkörpern bei Überschallgeschwindigkeiten.

Vortragsgruppe B IV: Grenzflächenprobleme disperser Systeme

E. Manegold (Höxter): Schäumen und Entschäumen.
 M. van den Tempel (Vlaardingen): Die Wirkungsweise von Stabilisatoren bei der Emulgierung.
 H. Gessner (Zürich): Die Ermittlung der Oberflächen fester Zerteilungen.
 U. Hofman (Darmstadt): Sedimentaktivität und Thixotropie, erläutert an wichtigen Beispielen disperser Systeme.

Die Sektion B war mit 95 Vorträgen die umfangreichste der vier Sektionen. Hier kam am meisten das Bestreben nach der Erarbeitung der allgemeinen Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten zum Ausdruck. Das gilt vor allem für das Gebiet der elektrischen Grenzflächenerscheinungen, der Adhäsion und Benetzung sowie der dispersen Systeme. Bei den Grenzflächenfilmen konzentrierte sich das Interesse auf hochpolymere Stoffe, auf biologisch wichtige Substanzen und auf den Einfluß der Filme auf die Verdunstung und andere Stoffübergänge durch die Grenzfläche. Auch viele Randgebiete der Grenzflächenaktivität kamen in dieser Sektion zu Wort, wie schon aus den Themen einiger der Plenarvorträge zu ersehen ist.

Sektion C

Terminologie, Analysen-, Meß- und Prüfmethode, Abwasserfragen

Vortragsgruppe C I: Terminologie der grenzflächenaktiven Stoffe

Generalbericht: M. Loncin (Brüssel).

Vortragsgruppe C II: Analysenmethoden

Generalbericht: H. Sturm (Zürich).

Vortragsgruppe C III: Anwendungstechnische Meß- und Prüfmethode

Generalbericht: G. Schwen (Ludwigshafen).

Vortragsgruppe C IV: Radioaktive Methoden zur Untersuchung von Grenzflächenvorgängen

Generalbericht: L. Küchler (Frankfurt-Hoechst).

Vortragsgruppe C V: Abwasserfragen

Generalbericht: M. Zimmermann (Leverkusen).

In der Vortragsgruppe C I wurde die allgemeine Einführung der von E. Götze vorgeschlagenen Bezeichnungen „Tensid“ und „Sapid“ empfohlen. Tenside sind definierte amphiphile grenzflächenaktive Stoffe. Der Begriff deckt sich mit dem im französischen Sprachgebrauch üblichen „agent de surface“. Er schließt die Seifen, d. h. die Salze von Fettsäuren, mit ein. Im Gegensatz dazu sind unter „Sapiden“ die Tenside unter Ausschluß der Seifen zu verstehen. Ausführlicheres hierüber bringt eine Veröffentlichung von E. Götze*). Die Bezeichnungen „Tensid“ und „Sapid“ sind auch vom Comité International de la Détergence angenommen worden.

Sektion D

Anwendung grenzflächenaktiver Stoffe

Vortragsgruppe D I: Anwendung in der Textilindustrie

Generalbericht: W. Weltzien (Krefeld).

Vortragsgruppe D II: Anwendung in der Leder- und Papierindustrie

Generalberichte: G. Otto (Ludwigshafen) Lederindustrie.

F. Poschmann (Ludwigshafen) Papierindustrie.

Vortragsgruppe D III: Anwendung zum Waschen und zur Reinigung

Generalbericht: W. Kling (Düsseldorf).

Vortragsgruppe D IV: Anwendung in Pharmazie, Medizin und Kosmetik

Generalberichte: C. H. Brieskorn (Würzburg), Pharmazie.

W. Blaiich (Wuppertal-Elberfeld), Medizin und Kosmetik.

Vortragsgruppe D V: Anwendung in Bergbau und Flotation

Generalbericht: O. Neunhoeffer (Berlin).

Vortragsgruppe D VI: Anwendung im Bauwesen

Generalbericht: G. Lorentz (Frankfurt-Hoechst).

Vortragsgruppe D VII: Anwendung bei Kunststoffen und Anstrichmitteln

Generalbericht: H. Schuller (Ludwigshafen).

Vortragsgruppe D VIII: Anwendung in Ernährung und Landwirtschaft

Generalbericht: J. Schormüller (Berlin).

Vortragsgruppe D IX: Anwendung in der Mineralölindustrie und bei Schmierstoffen

Generalbericht: Gg. R. Schultze (Hannover).

Obwohl diese Sektion vorwiegend anwendungs-technischen Problemen gewidmet war, enthielten die meisten Vortragsgruppen auch Themen, die sich mit den physikalisch-chemischen Prozessen, welche der praktisch nutzbaren Wirkung grenzflächenaktiver Mittel zugrunde liegen, auseinandersetzen.

Es ist vorgesehen, alle Vorträge dieses Kongresses im vollen Wortlaut in Sammelbänden zu veröffentlichen.

*) Fette, Seifen, Anstrichmittel 62, 789 (1960).

Buchbesprechungen

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Auflage, Lieferung 4: Sauerstoff, System Nr. 3: Luft, aktiver Sauerstoff und Ozon. II, XV, 366 Seiten mit 76 Abbildungen (Weinheim 1960, Verlag Chemie). Preis: kart. DM 223,—.

Eine erfreuliche Beschleunigung im Erscheinen der noch fehlenden *Gmelin*-Teile ist beim Band Sauerstoff festzustellen. Während zwischen dem Erscheinen der ersten drei Lieferungen jeweils etwa acht Jahre lagen, kam die jetzt vorliegende Lieferung bereits zwei Jahre nach der vorhergehenden heraus, und die Lieferung 5 ist für 1962 angekündigt. Auch die neue Lieferung ist, ähnlich der vorausgehenden, für den Physiker und Techniker wohl ebenso bedeutungsvoll wie für den Chemiker, da ein wesentlicher Teil des Inhaltes dem rein physikalischen Verhalten der Luft gewidmet ist. Nach einem einleitenden Kapitel über die Zusammensetzung der Luft und die merkwürdigen Schwankungen des Littergewichtes trockener, kohlendioxidreicher Luft, werden die mechanischen, thermischen, akustischen, optischen, magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Luft behandelt, wobei Zustandsgleichung und *Joule-Thomson*-Effekt besondere Berücksichtigung finden. Das chemische Verhalten der Luft gegen andere Stoffe wird in dieser Lieferung nicht besprochen, da solche Angaben entweder bereits bei den entsprechenden Elementen oder Verbindungen zu finden sind oder, wie z. B. das elektrochemische Verhalten von Sauerstoff bzw. Luft, sowie die Reaktion mit Wasserstoff, in den vorhergehenden Lieferungen des Bandes Sauerstoff behandelt wurden. Eine wichtige Ergänzung zu diesen früheren Angaben ist jedoch das auf 36 Seiten zusammengestellte reichhaltige Material über die Diffusion der Luft in festen Stoffen, über ihre Löslichkeit in Flüssigkeiten und über die Sorption an festen Stoffen.

Das zweite, acht Seiten umfassende Kapitel der neuen Lieferung behandelt den aktiven (atomaren) Sauerstoff, seine Bildung und Darstellung, sein Nachleuchtspektrum und sein chemisches Verhalten. — Am umfangreichsten ist das Kapitel über das Ozon. Es ist zugleich der aktuellste Teil der neuen Lieferung, so daß hier der Literaturnachweis sich gelegentlich auch auf Arbeiten nach 1949 erstreckt. Dadurch konnten u. a. die *Schumacherschen* Arbeiten über den Zerfall von Sauerstoff-Ozongemischen und die neueren Untersuchungen von *E. Briner* über die Ozonbildung bei der stillen elektrischen Entladung noch berücksichtigt werden. Einzelne wichtige Daten im Abschnitt „Mechanische und thermische Eigenschaften des Ozons“ sind inzwischen durch neue Arbeiten völlig verändert worden. So hat sich erst in den letzten Jahren herausgestellt, daß der bisher zu -250° angenommene Schmelzpunkt des reinen Ozons in Wirklichkeit bei -193° liegt. Die Herausgeber haben daher dem erwähnten Abschnitt Fußnoten beigegeben, die auf die neuen Erkenntnisse hinweisen.

Zur analytischen Bestimmung des Sauerstoffs und des Ozons werden keine Angaben gemacht, doch sind einige Methoden zum Nachweis und zur Bestimmung von aktivem Sauerstoff im Text erwähnt. Ebenso treten naturgemäß kolloidchemische Sachverhalte in dieser Lieferung kaum in Erscheinung. Der kleine Abschnitt über die Einwirkung von Ozon auf Metall-, Oxid- und Sulfid-

sole ist der einzige, der speziell von Kolloidsystemen ausgeht, doch sind auch die Textstellen über die Sorption von Luft bzw. Sauerstoff an Xerogelen für den Kolloidchemiker von speziellem Interesse. Im Gegensatz zu der Anordnung beim Sauerstoff wird das elektrochemische und chemische Verhalten des Ozons in dieser Lieferung ausführlich abgehandelt. Allerdings sind auch in diesen Abschnitten zahlreiche Verweisungen auf das schon in anderen *Gmelin*-Bänden aufgeführte Material enthalten.

C. Mahr (Marburg/Lahn)

Chemical Analysis. An Advanced Text and Reference (Leitfaden der chemischen Analyse). Von H. A. *Laitinen*-University of Illinois (McGraw-Hill Series in Advanced Chemistry). XVI, 611 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen (London 1960, McGraw-Hill Book Comp., Ltd.). Preis: geb. 97 s.

Der Autor behandelt in 27 Kapiteln die theoretischen Grundlagen der klassischen und z. T. auch die der modernen analytischen Chemie und wendet sie auf praktische Beispiele an. Nach einer Einführung über „Gleichgewicht und Aktivität“ werden die Säuren-Basen-Gleichgewichte und -Titrations in wäßrigen und nichtwäßrigen Lösungsmitteln besprochen. Anschließend wendet sich der Autor den Löslichkeiten, der Bildung, den kolloiden Eigenschaften, den Alterungsvorgängen, der thermischen Zersetzung und Flüchtigkeit von Niederschlägen und Festkörpern sowie den sich daraus ableitenden analytischen Methoden (z. B. thermogravimetrische Analysen, Fällungstitrations usw.) zu. Weitere Kapitel behandeln die komplexometrischen Titrations (z. B. EDTA), die Anwendung von organischen Reagenzien für die Fällung und Extraktion von Metallen, Elektrodenpotentiale und elektroanalytische Methoden, Redox-titrations unter ganz besonderer Berücksichtigung von Permanganat, Ce^{4+} und Jod als Oxydationsmittel (z. B. sind 17 Anwendungsbeispiele der Jodometrie aufgeführt, die kritisch bearbeitet werden). Abschließend werden sowohl die Adsorptions- und die Papierchromatographie als auch Ionenaustauschermethoden und, worauf ganz besonders hingewiesen werden soll, die Statistik in Anwendung auf die quantitative Analyse besprochen.

Herbert A. Laitinen versteht es, in seinem Buch die Gebiete der theoretischen analytischen Chemie in klarer, sauberer und sachlich einwandfreier Form aufzubauen, wobei aller unnötiger Ballast vermieden wird. Durch sein didaktisches Geschick wird uns hier eine einführende Zusammenfassung in die Hand gegeben, die endlich die vernachlässigte Lücke zwischen physikalischer Chemie einerseits und analytischer Chemie andererseits schließt. „Chemical Analysis“ ist nicht nur als Lehrbuch für Studenten geeignet, sondern auch als Nachschlagewerk zu verwenden, da der Autor viele, aber sorgfältig ausgewählte Literaturzitate von Originalarbeiten aufführt, wodurch das Einarbeiten in spezielle Gebiete ermöglicht wird. Die Literatur ist z. T. bis 1959 erfaßt. Der Referent hält die „Chemical Analysis“ für die zur Zeit beste Einführung in die theoretische analytische Chemie, so daß dieses ausgezeichnete Buch wärmstens empfohlen werden kann.

O. Glemser (Göttingen)

Physikalische Chemie des Steinkohlenteers. Von W. Swietoslawski-Warschau. Übersetzt von M. Lenartowski. 315 Seiten mit 62 Abbildungen (Warschau und Köln 1959, Gemeinschaftsverlag Polnischer Verlag der Wissenschaften und N. J. Hoffmann Verlag). Preis: geb. DM 28,—.

Das Buch schildert in erster Linie die Versuche des Verfassers und seiner Schule, die fraktionierende Teer-Destillation durch Berücksichtigung der vorliegenden sowie durch Zusätze erzeugten azeotropen Gemische zu verbessern. Einleitend werden die Grundbegriffe der Azeotropie und Polyazeotropie und die im Teer vorkommenden polyazeotropen Gemische besprochen. Darauf werden eingehender die azeotropen Bereiche des Naphthalins und der sauren und basischen Teer-Komponenten und die Möglichkeiten erhöhter Naphthalinausbeuten durch Einstellen azeotroper Gemische unter Zusatz von Ablaßföhl abgehandelt. Weitere Kapitel behandeln die Methylnaphthalinfraktionen und ihre Entschwefelung sowie die phenol-, pyridin- und chinolinhaltigen Fraktionen. Weiterhin wird die Trennung der isomeren Nikotinsäuren (gewinnbar durch Oxydation gewisser Teerbasen) erörtert. Schließlich wird noch auf die Aufarbeitung der zwischen 260° und 290° siedenden Fraktionen durch Lösung, Kristallisation und Sublimation eingegangen. (Systeme mit Anthracen, Phenanthren, Carbazol.)

Das Buch bringt eine Fülle von Material, oft in breiter Darstellung, jedoch stets aus einer nicht üblichen Sicht, so daß der Fachmann sicher aus ihm manche Anregung schöpfen wird.

C. Kröger (Aachen)

Engineering Thermodynamics. An Introductory Textbook (Einführung in die technische Thermodynamik). Von J. B. Jones und G. A. Hawkins-Purdue University. XVIII, 724 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen (New York 1960, John Wiley & Sons, Inc.). Preis: geb. \$ 8.50.

Das Buch enthält 21 Kapitel, deren Umfang aus der Seitenzahl (in Klammern) entnommen werden kann. Es sind:

Grundsätzliche Begriffe und Definitionen (53), 1. Hauptsatz (52), Physikalische Eigenschaften I [Phasenlehre (45)], Ideale Gase (37), Reale Gase (32), 2. Hauptsatz (8), Reversible und irreversible Prozesse (32), Einige Konsequenzen des 2. Hauptsatzes [Carnot, Temperaturskala (16)], Entropie (54), Physikalische Eigenschaften II [Zusammenhang von Energiegrößen, Joule-Thomson-Effekt, spezifische Wärme (43)], Maximale Nutzarbeit und Irreversibilität (28), Gas und Gas-Dampf-Mischungen (45), Chemische Reaktion und Verbrennung (46), Chemisches Gleichgewicht von Reaktionen idealer Gase (21), Thermodynamische Betrachtungen über Flüssigkeiten (37), Kompressions- und Expansionsprozesse: Strömungsmaschinen (25), Gaskraftzyklen (31), Dampfkraftzyklen (26), Kälteerzeugung (22), Binäre Mischung (17), Wärmeübergang (20). Ein Anhang über Dimensionen und Einheiten, ein kurzer Hinweis auf partielle Differentialgleichungen, mehrere Tabellen, die Lösung der Übungsaufgaben und ein Sachverzeichnis beschließen den Band.

Am Ende eines jeden Kapitels finden sich eine Zusammenfassung, Literaturhinweise für vertieftes Studium und 20–70 Übungsaufgaben.

Die Einführung soll, wie das Vorwort ausführt, Verständnis des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik sowie der wichtigsten Beziehungen zwi-

schen physikalischen Eigenschaften vermitteln, um eine fundierte Grundlage für die Anwendung in der Ingenieur-Praxis zu gewinnen.

Das Buch ist so breit angelegt, daß ein Selbststudium möglich ist und der Stoff ohne Interpretation (Vorlesung) erarbeitet werden kann. Nicht enthalten sind Anordnungen der Praxis, spezielle Details über Stoffe oder physikalische Messungen, um den Blick vom Grundsätzlichen nicht abzulenken.

Da uns aus der Feder von E. Schmidt eine sehr gute „Einführung in die Technische Thermodynamik“ in deutscher Sprache zur Verfügung steht, ist ein Vergleich zur Charakterisierung nahelegend. Die Schmidtsche Thermodynamik ist gehaltvoller und umfangreicher, die vorliegende elementarer, setzt weniger voraus, vermag aber dem Leser durch ihr hohes didaktisches Geschick eine sehr gediegene Grundlage zu vermitteln, wozu nicht unerheblich die erwähnten über 500 Übungsaufgaben beitragen. Sie kann also als gute Ergänzung oder auch als Unterlage für gemeinsame Übungen empfohlen werden, wobei man gleichzeitig gezwungen wird, das amerikanische Maßsystem zu üben.

F. Patat (München)

Alginsäure und Alginate. Von H. Maass-München. 465 Seiten (Heidelberg 1959, Straßenbau-Chemie-Technik-Verlagsgesellschaft mbH). Preis: geb. DM 64,—.

Es ist erfreulich und wird von der einschlägigen Industrie stets auf das wärmste begrüßt, wenn Mitglieder des Patentamtes, denen die umfangreiche Dokumentation dieser Behörde zugänglich ist, Ausschnitte daraus in Buchform den interessierten Fachkreisen zur Verfügung stellen. Der Verfasser hat sich dankenswerterweise nicht damit begnügt, nur das in Patentschriften des In- und Auslandes niedergelegte Wissensgut zu sammeln und kritisch zu würdigen, sondern hat darüber hinaus auch das wissenschaftliche und technische Schrifttum vielfach unter Verweisung auf Referate im Chemischen Zentralblatt und in Chemical Abstracts berücksichtigt. Die Anordnung des Stoffes ist übersichtlich und geht von Betrachtungen zur Konstitution und Gestalt des Alginsäuremoleküls, den physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie der technischen Gewinnung zur Schilderung der Alginsäure, ihrer Salze und sonstigen Verbindungen über. Außerdem werden umfangreiche Referate zur Frage der Verwendung von Alginsäure und Alginaten auf den verschiedensten Gebieten der Technik unter gleichzeitiger Würdigung der gesetzlichen Verordnungen gebracht. Gute Register erleichtern das Auffinden, gleichgültig von welchem Stichwort aus man eine Schrifttumsstelle sucht, so daß das Buch allen Interessenten auf das Wärmste empfohlen werden kann.

J. Reistötter (München)

Theoretische Biochemie. Physikalisch-chemische Grundlagen der Lebensvorgänge. Von H. Netter-Kiel. IX, 816 Seiten mit 243 Abbildungen (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959, Springer-Verlag). Preis: geb. DM 88,—.

Seit längerer Zeit hat sich in der Biochemie die Erkenntnis durchgesetzt, daß man ohne eine Arbeitsrichtung, die sich der Ergebnisse und Methoden der modernen theoretischen und physikalischen Chemie bedient, nicht auskommt. Das entspricht etwa der Situation, der sich die reine Chemie zur Zeit Nernsts gegenüber sah. Ähnlich wie dieser in seiner bekannten „Theoretischen

Chemie“ die damals bereits in großer Zahl vorliegenden Phänomene und Theorien zusammenfaßte und damit wesentliches für die Entwicklung der physikalischen Chemie leistete, wird nun vom Verfasser des vorliegenden Buches, vielerorts verstreutes Material geordnet und in einem großen Unternehmen dargestellt. Hieraus mögen ebenfalls wertvolle Impulse für die Entwicklung des durchaus noch in der Entwicklung befindlichen Gebiets der theoretischen und speziell der physikalischen Biochemie ausgehen, das Biologen, Mediziner, Chemiker und Physiker gleichermaßen berührt. Sicher wird das Erscheinen dieses Buches jetzt von allen Seiten begrüßt worden sein, da es ein schon lange empfundenes Bedürfnis befriedigt.

Es ist unmöglich, auf die Fülle des Stoffes auch nur ganz oberflächlich einzugehen und gerecht zu werden. Der Leser erhält zunächst eine Einführung in die allgemeine physikalische Chemie (Thermodynamik, Reaktionskinetik, Atomistik, Elektrochemie, Kolloidchemie), sofern sie nur irgendwie zum Verständnis biologischer Vorgänge beitragen kann. Diese Einführung wird jeweils begleitet von entsprechenden Anwendungen auf physiologische oder biochemische Probleme. Dann kommen Gebiete, wie die Theorien der Reaktionsabläufe in offenen Systemen, die biochemische Energetik oder der Stofftransport durch Membranen, die untrennbar mit dem biologischen Geschehen verbunden sind, zu ihrem Verständnis jedoch die Beherrschung physikalisch-chemischer Grundlagen verlangen. Solche Gebiete haben bisher keinen rechten Platz in der belehrenden Literatur gehabt; hier sind sie endlich gebührend untergebracht und behandelt. Die vielen speziellen Probleme, die natürlich eine ebenso spezielle Behandlung fordern, ergänzen das Grundlegende zu einer Fülle interessanter und wichtiger Einzelheiten. Das hat viele Vorteile, aber auch gewisse Nachteile, denn die Erörterung

des vielen Tatsachenmaterials macht die Aneignung der Zusammenhänge zu keiner ganz leichten Aufgabe. Andererseits ist die Möglichkeit, auch auf komplizierte besondere Fragen eine meist erschöpfende Antwort zu finden, ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Das Werk ist im ganzen gesehen als gelungen anzusehen und ein überaus nützliches Lern-, Hand- und Auskunftsbuch, an dessen Benutzung man sich sehr gern und schnell gewöhnt. Es fällt dem Rezensenten schwer zu sagen, wie er früher ohne das Buch ausgekommen ist.

J. Stauff (Frankfurt a. M.)

Dynamik des Eiweißes. (10. Colloquium der Gesellschaft für physiologische Chemie vom 9. bis 12. 4. 1959 in Mosbach/Baden). VI, 200 Seiten mit 64 Abbildungen (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, Springer-Verlag). Preis: kart. DM 29,80.

Der Band faßt 7 Vorträge nebst Diskussionen in einem gehefteten, gut ausgestatteten Bändchen zusammen. Die Themen sind: Die Größe des Umsatzes von Organ- und Plasmaeiweiß (W. Maurer, Köln-Lindenthal); Biosynthese der Proteine und ihr enzymatischer Aspekt (V. V. Koningsberger, Utrecht); Bemerkungen über die physiologischen Voraussetzungen der Eiweißsynthese an isolierten Blättern (K. Mothes, Halle/Saale); Untersuchungen über die Rolle der Acceptor-RNS für Aminosäuren bei der Proteinsynthese von *Escherichia coli* (F. Gros, Paris); Proteinsynthese in Lebermikrosomen (P. W. Jungblut u. F. Turba, Würzburg); Information, induction, répression dans la biosynthèse d'un enzyme (J. Monod, Paris); Bildung der Antikörper (H. E. Schultze, Marburg/Lahn).

Die Zusammenstellung gibt einen sehr guten Querschnitt des derzeitigen Standes der Anschauungen über die biologische Eiweißsynthese.

J. Stauff (Frankfurt a. M.)

Referate

2. Grundwissenschaften

a) Physik

Müller, F. H. (Univ. Marburg/L.). **Rheologisches Verhalten der Materie.** (Physikal. Blätter 15, 546–558, 1959.)

Der Vortrag gibt einen vorzüglichen Überblick über das ganze Gebiet der Rheologie, Grundtatsachen, Begriffe und Probleme. Besondere Berücksichtigung finden kolloide Systeme und makromolekulare Substanzen. Nach der Definition des Fließens und der Viskosität werden die Viskositätsanomalien, die in kolloiden Lösungen auftreten, besprochen.

Die *Strukturviskosität* (Verringerung des Viskositätswertes bei höherer Fließgeschwindigkeit) hat nicht nur theoretische Bedeutung, sondern findet bei Schmierproblemen auch technische Anwendung. Der umgekehrte Fall, daß die Viskosität von Substanzen beim Fließen ansteigt, heißt *Dilatanz*.

Wenn ein Gel, das längere Zeit in Ruhe war und unter der eigenen Schwere nicht mehr fließt, durch Schütteln wieder dünnflüssig wird, so spricht man von *Thixotropie*. Diese Erscheinung zeigen besonders Aufschlammungen von Tonen sowie viele Anstrichmittel.

Am Beispiel von Metallen, kristallisierten Substanzen, Kunststoffen, Ton und Glas wird das verschiedenartige *plastische Verhalten* definiert und erläutert. Nur in den seltensten Fällen und dann nur über einen kleinen Bereich folgt es dem linearen *Hookeschen Gesetz*.

Die *Maxwellsche Beziehung* über das *Relaxationsverhalten* hat große Bedeutung für die Rheologie. Mit Hilfe erweiterter Kenntnisse über die Relaxation können auch Phänomene wie der „Hüpfende Kitt“ und das „Erinnerungsvermögen des Kautschuks“ plausibel gemacht werden.

Ein wichtiges Gebiet der Rheologie ist die *Kaltverstreckung* von Kunststoff-Fasern. Hierbei spielen nicht nur mechanische, sondern auch thermische Effekte eine Rolle.

Strömt ein Gasgemisch aus Komponenten verschiedener Viskosität durch ein Rohr, so entmischt es sich in der Weise, daß die weniger viskose Komponente sich am Rand, im Gebiet hoher Schergeschwindigkeiten, anreichert. Bei diesem Phänomen spricht man von *Rheodiffusion*. Technische Bedeutung hat diese Erscheinung bei sogenanntem „Stempelfließen“. (z. B. Ausdrücken von Rasiercreme aus der Tube).

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Weiner, R. u. C. Schiele (Lab. f. Elektronenmikroskop. d. Univ. Innsbruck). **Die Genauigkeit von Beugungsserien mit dem Elmiskop I.** (Naturwiss. 47, 221–222, 1960.)

Nach Zusammenstellung der Möglichkeiten schwankender Zuordnung der Interferenzen bei zu verschiedenen Zeiten kathodisch gebildeten Elektrodenfilmen wird die gesuchte Genauigkeit aus prozentualen Abweichungen gefundener von den aus bekannten Gitterkonstanten errechneter $\sin^2 \theta$ -Werte bestimmt. H. H. Pfeiffer (Bremen)

b) Physikalische Chemie

Bestul, A. B. (Nat. Bur. of Standards, Washington, D. C., USA). **Energiebedarf beim mechanischen Scherkraftabbau in konzentrierten Polymerlösungen.** (J. Chem. Phys. 32, 350–356, 1960.)

Eine Molekulargewichtserniedrigung durch mechanische Scherkräfte wird beobachtet, wenn etwa 10%-Lösungen von Polyisobuten mit einem Durchschnittsmolekulargewicht von 500000 durch Kapillaren gepreßt werden, wobei Schergeschwindigkeiten von 10000/sec auftreten.

Der Vergleich der gemessenen Diagramme (Scherbelastung gegen Dauer der Scherkraft bei konstanter Schergeschwindigkeit) mit den berechneten Diagrammen (unter Voraussetzung, daß kein Abbau der Makromoleküle stattfindet) erlaubt es, den Anteil der Scherenergie zu berechnen, der durch den Abbauprozess aufgebraucht worden ist. Es ergibt sich ein Wert von mehreren hunderttausend Kilokalorien pro Mol aufgesprengter Bindungen; das entspricht dem Tausendfachen der Bindungsenergie der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung. Dieses Ergebnis entspricht der Hypothese, daß beim Aufsprengen einer Bindung das gesamte System einen großen Teil seiner freien Energie verliert, die zeitweilig in den Bindungen und in den Polymerketten, die um die aufgespaltene Bindung herumgelagert sind, aufgespeichert ist.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Chaudhri, M. M., P. K. Katti u. M. N. Baliga (Dept. of Physics, Univ. of Delhi, Indien). **Anwendung des Quasi-Kristall-Modells auf die Oberflächenspannung binärer Mischungen.** (Trans. Far. Soc. 55, 2013–2017, 1959.)

Die Änderung der Oberflächenspannung in Abhängigkeit von der Zusammensetzung wird für folgende binäre Mischungen experimentell ermittelt: 1. Tetrachlorkohlenstoff-Benzol, 2. Tetrachlorkohlenstoff-Toluol, 3. Tetrachlorkohlenstoff-Schwefelkohlenstoff, 4. Benzol-Chloroform, 5. Benzol-Dichloräthylen. Die Flüssigkeiten werden sorgfältig gereinigt; als Meßmethode wird die Bestimmung der Steighöhe in sehr feinen Kapillaren benutzt.

Die experimentellen Daten werden durch das Guggenheim'sche Quasi-Kristall-Modell gut wiedergegeben. P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Elias, H. G. (Inst. f. Chem. Technol. der TH München). **Lösungsgleichgewichte von Makromolekülen. 3. Mitt. Theoretische Betrachtungen zur Fällfraktionierung.** (Makromol. Chem. 33, 104–165, 1959.)

Die Fraktionierung von Polymeren hängt eng mit ihrer Löslichkeit zusammen. Die theoretische Behandlung kann deshalb von zwei Ansätzen aus erfolgen: von der statistischen Thermodynamik

oder von der Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen. Der Ansatz über die Verteilung führt zu übersichtlicheren Formeln und ist daher geeigneter für den Vergleich mit dem Experiment.

Die Fällfraktionierung wird mit Hilfe von Solvatationsgleichgewichten unter Annahme der Lösungsmittel-Immobilisierung beschrieben. Dadurch gelingt es, die von Patat und Träxler gefundene Konstanz des Verhältnisses Fällungsmittel/Lösungsmittel in der Gelphase zu erklären und darüber hinaus Funktionen für die Konzentrationsabhängigkeit des ersten Trübungspunktes, der Molekulargewichtsabhängigkeit normierter Trübungspunkte, für die Polymerkonzentration in der Gelphase und die Fraktionierungswirkung zu gewinnen. Die Fraktionierungswirkung ist danach um so besser, je geringer die Polymerkonzentration im Augenblick der Fällung, je schlechter das Lösungsmittel, je schwächer das Fällungsmittel, je enger die Molekulargewichtsverteilung des Ausgangspolymeren und je kleiner der ausgefällte Anteil an Polymer ist. Bei höheren Polymerkonzentrationen existiert eine gewisse kritische Konzentration, die durch Verhinderung der Ausbildung des echten Solvatationsgleichgewichtes bedingt ist. Die theoretischen Betrachtungen werden auf verschiedene andere Probleme wie Verträglichkeit verschiedener Polymerer untereinander, Immunpräzipitation und Solvatationsgrad-Bestimmung angewandt. Die Aussagen werden zum Teil durch orientierende Versuche überprüft. P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Endoh, K. u. Y. Oyama (Scient. Res. Inst., Tokyo, Japan). **Über die Größe der in Flüssigkeitsmischern gebildeten Tröpfchen.** (Sci. Pap. Inst. Physic. Chem. Res. 52, 131–142, 1958.)

Die Untersuchung über die Größe der in Emulgatoren entstehenden Tröpfchen führte zu der Beziehung

$$\bar{\delta}/\eta = \beta (\sigma\eta/\gamma\nu^2)^n,$$

worin $\bar{\delta}$ den mittleren Durchmesser der dispergierten Tröpfchen, η die größte Ausdehnung der Turbulenz, σ die Grenzflächenspannung zwischen den beiden Flüssigkeiten, γ und ν Dichte bzw. kinematische Viskosität des Dispersionsmediums und β einen experimentellen Parameter bedeuten; $n = 1/3$ für $\bar{\delta}/\eta \ll 1$, $n = 3/5$ für $\bar{\delta}/\eta \gg 1$.

Getestet wurde die Gleichung an Systemen aus Wasser als kontinuierlicher Phase und Tröpfchen aus den darin unlöslichen Flüssigkeiten Tributylphosphat, Dioctylphthalat, CCl_4 , Tetralin und Nitrobenzol, die jeweils in einer Konzentration von ca. 0,2 Vol.-% verteilt wurden.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Englert-Chwoles, A. u. I. Prigogine (Fac. des Sci., Univ. Libre, Bruxelles, Belgien). **Über die statistische Theorie der Oberflächenspannung binärer Mischungen.** (J. chim. physique physico-chim. biol. 55, 16–18, 1958.)

Die von Prigogine, Bellemans u. Englert-Chwoles entwickelte statistische Theorie der Mischungen wurde auf die Oberflächenspannung angewandt, wobei im einzelnen der Einfluß der zwischenmolekularen Kräfte und der Quanteneffekte diskutiert werden. Die Leistungsfähigkeit der Theorie hinsichtlich des Einflusses der zwischenmolekularen Kräfte wird an Literaturwerten für folgende Systeme getestet: Cyclohexan/ CCl_4 , Cyclohexan/Tetramethylmethan, CCl_4 /Tetramethylmethan, Benzol/Tetramethylmethan; der der

Quanteneffekte für eine Lösung von He^3 in He^4 . Berechnet wurde die Oberflächenspannung in letzterem Falle für flüssiges Ne , T_2 , D_2 , H_2 , He^4 und He^3 bei der reduzierten Temperatur 0,132.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Hill, N. E. (Dept. of Physics, Bedford Coll., London, Großbritannien). **Dielektrische Relaxation und freies Volumen.** (Trans. Far. Soc. 55, 2000 bis 2004, 1959.)

Messungen der inneren Reibung und der Viskosität werden in Hinblick auf das freie Volumen der untersuchten Substanzen analytisch behandelt. Es ergibt sich, daß polare Substanzen in 2 Klassen eingeteilt werden müssen: 1. Substanzen, bei denen die Dipole im festen Zustand nicht frei rotieren können. Bei diesen tritt konsequenterweise ein scharfer Abfall der Dielektrizitätskonstanten beim Gefrierpunkt ein. 2. Substanzen, bei denen die Dipole im festen Zustand frei rotieren können; beim Gefrierpunkt tritt eine geringe Erhöhung der Dielektrizitätskonstante auf.

Die Gleichung $\zeta = A'(v - b')$ wird vorgeschlagen für die Abhängigkeit der inneren Reibung ζ vom spezifischen Volumen v . Diese Gleichung ist analog der Batschinskischen Gleichung für die Viskosität: $\eta = A(v - b)$. Wenn $b = b'$, so liegen polare Verbindungen der Klasse 1 vor; ist $b > b'$, handelt es sich um polare Verbindungen der Klasse 2.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Ishikawa, T. (Junior Coll. of Commerce, Univ., Nagasaki, Japan). **Lösungsmiteinfluß auf die Viskositätszahl von Polymeren.** (Bull. Chem. Soc. Japan 33, 256-258, 1960.)

Es wird gezeigt, daß der Ausdruck für die Viskositätszahl $[\eta] = (K_v)_0 (\eta_2/\eta_1) / d_2 (\eta_1, \eta_2, \eta$ bezeichnen die Viskositätswerte für Lösungsmittel, gelöste hochmolekulare Verbindung der Dichte d_2 , bzw. der Lösung) für Lösungen von Polymeren gilt, ferner daß $[\eta]$ eines Polymers in einem Lösungsmittel sich in einen $[\eta]$ -Wert des gleichen Polymers in einem Standardlösungsmittel (z. B. Benzol, Toluol oder Aceton) überführen läßt. Man erhält hierbei brauchbare Werte, wenn die normalen K_v -Werte dieser Lösungsmittel in Bezug auf das Standard-Lösungsmittel bekannt sind.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Kalman, O. F. u. C. P. Smyth (Frick Chem. Lab., Princeton Univ., Princeton, N. J., USA). **Mikrowellen-Absorption und Molekularstruktur in Flüssigkeiten. 28. Mitt.: Die dielektrische Relaxation einiger starrer Molekeln in viskosen Lösungen.** (J. Amer. Chem. Soc. 82, 783-787, 1960.)

Die dielektrischen Konstanten und die dielektrischen Verluste bei Wellenlängen von 1,25; 3,22; 10; 25; 50 cm werden gemessen für *d,l*-Campher, Isochinolin und 4-Bromdiphenyl. Als Lösungsmittel wird ein hochviskoses Öl benutzt mit einem hohen Anteil an Cycloparaffinen und einem Durchschnittsmolekulargewicht von 440. Die Versuche werden bei 20, 40 und 60° durchgeführt. Mit Hilfe des Cole-Cole-Bogendiagramms werden die dielektrischen Relaxationszeiten der Lösungen und ihre Verteilungsparameter berechnet. Bei den nahezu kugelförmigen Campher-Molekeln ist der Einfluß der Viskosität auf die Relaxationszeit sehr gering, während bei den langgestreckten Molekeln eine deutliche Viskositätsabhängigkeit erkennbar ist. In gleicher Weise von der Gestalt der Molekel abhängig ist die Aktivierungsenergie der dielektri-

schen Relaxation. Sie ist sehr gering bei den kugelförmigen Molekeln und erreicht bei den gestreckten Werte, die fast so groß sind wie die Aktivierungsenergien für das viskose Fließen.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Krishnan, R. S. u. S. R. Sivarajan (Dept. of Physics, Indian Inst. of Sci., Bangalore, Indien). **Streuung von polarisiertem Licht durch kolloide Dispersionen aus anisotropen Teilchen.** (Proc. Indian Acad. Sci., Sect. A 44, 274-278, 1956.)

Unter Anwendung der von Krishnan, Narayanan u. Sivarajan (Proc. Indian Acad. Sci., Sect. A 40, 140, 1954) entwickelten Methode wurde der Grad der elliptischen Polarisation des transversal gestreuten Lichtes an einigen unter Verwendung von staubfreiem, doppelt destilliertem Wasser hergestellten Solen von Graphit, As_2S_3 , Gelatine, Au und Ag untersucht. Gegenstand der Messung war dabei die konstante Phasendifferenz δ zwischen der vertikalen und der horizontalen Komponente des transversal gestreuten Lichtes, wenn das einfallende Licht in jedem Azimut polarisiert ist. Selbst im Falle großer anisotroper Teilchen erwies sich δ als konstant. Aus den Meßergebnissen folgt, daß im allgemeinsten Falle großer anisotroper kolloider Teilchen das durch deren endliche Größe hervorgerufene Streulicht elliptisch polarisiert und wegen der Anisotropie dem depolarisierten Anteil überlagert ist.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Maass, G., G. Schneider u. G. Wilhelm (Inst. f. phys. Chem. d. Univ. Göttingen). **Isobare Gleichgewichtsmessungen im System Methylenchlorid-Tetrachlorkohlenstoff.** (Naturwiss. 47, 228, 1960.)

Betrifft eine Berichtigung zu Landolt-Börnstein II. 2a, S. 530.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Marchessault, R. H. u. S. G. Mason (Pulp and Paper Res. Inst. of Canada, Montreal, Canada). **Strömung eingeschlossener Gasblasen durch eine Kapillare.** (Ind. Engng. Chem. 52, 79-84, 1960.)

Fließen Flüssigkeiten, die Luftblasen enthalten, durch eine Kapillare, so macht sich eine Zunahme des Strömungswiderstandes bemerkbar. Diese Erscheinung wurde nunmehr an Glaskapillaren untersucht, die sich bewegende oder auch stationäre Luftblasen enthielten, die groß waren im Verhältnis zum Durchmesser der Kapillare. Unter dieser Bedingung ist es möglich, die Blasen als im wesentlichen zylindrisch anzunehmen und die halbkugeligen oder parabolischen Enden zu vernachlässigen. Die Blase ist von einem dünnen Flüssigkeitsfilm eingeschlossen, der die Blase von der Wand trennt. Diese Annahme gilt jedoch ausschließlich für benetzende Flüssigkeiten, für nicht benetzende hängt der Strömungswiderstand von einem Dreiphasensystem fest/flüssig/gasförmig und den hierbei auftretenden Randwinkeln ab.

Die Veröffentlichung befaßt sich im wesentlichen mit benetzenden (wäßrigen) Flüssigkeiten. Es wird die Filmdicke als Funktion der (linearen) Blasengeschwindigkeit, der Länge der Blase, des Kapillardurchmessers, der Viskosität der flüssigen Phase und der Grenzflächenspannung untersucht. Die Messung der Filmdicke erfolgt nach einer angegebenen konduktometrischen Methode. Aus der Filmdicke werden die Strömungswiderstandsfaktoren der Blasen berechnet, wobei die Blasen in guter Näherung an die experimentellen Werte als bewegte feste Pflöcke aufgefaßt werden. Betrachtungen über diese Näherungsmethode werden angestellt.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Nissan, A. H. (Rensselaer Polytechnic Inst. Troy, N. Y., USA). **Das rheologische Verhalten von festen Stoffen mit Wasserstoffbrücken-Bindungen. 3. Mitt.: Die Theorie der Zerreißfestigkeit.** (Trans. Far. Soc. 55, 2048–2053, 1959.)

Es wird ein formelmäßiger Zusammenhang zwischen der Zerreißenergie auf der einen Seite und der Bindungsenergie, der Zahl der Bindungen und gewisser Wahrscheinlichkeitsfaktoren auf der anderen Seite aufgestellt. Die Formeln werden auf Papierfasern und Cellulosefasern angewendet.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

O'Konski, C. T., K. Yoshioka u. W. H. Orttung (Dept. of Chem., Univ. of California, Berkeley, Cal., USA). **Elektrische Eigenschaften von Makromolekülen. 4. Mitt.: Bestimmung der elektrischen und optischen Parameter aus dem Sättigungswert der elektrischen Doppelbrechung in Polymerlösungen.** (J. Physic. Chem. 63, 1558–1556, 1959.)

Die Theorie der elektrischen Doppelbrechung von starren, axialsymmetrischen Dipolmolekülen in Lösungen wird auf das Verhalten dieser Teilchen in einem starken elektrischen Feld zurückgeführt. Das Sättigungsverhalten wird berechnet für verschiedene Verhältnisse des permanenten zum induzierten Momentanteil an der Doppelbrechung. Wenn die experimentell erhaltenen Sättigungswerte der Doppelbrechung in einer Kurve aufgetragen werden, so kann sowohl der elektrische Parameter als auch der Faktor der Anisotropie des Moleküls getrennt ermittelt werden. Der Aufbau der Doppelbrechung in starken Feldern und der Abbau wird betrachtet.

Gemessene Sättigungswerte werden angegeben für einen starren Elektrolyten (Tabak-Mosaikvirus), ein starres Polypeptid (Poly- γ -benzyl-L-glutamat) und einen biegsamen Polyelektrolyten (Natrium-Polyäthylensulfonat). Ersteres zeigt das Sättigungsverhalten eines Stoffes von hoher elektrischer Polarisierbarkeit, die 2. und 3. Substanz zeigen annähernd das Sättigungsverhalten permanenter Dipole. Die gemessenen molekularen Konstanten werden angegeben; sie stimmen überein mit den Werten, die mittels anderer Methoden erhalten werden, soweit Daten verfügbar sind.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Patat, F. u. G. Träzler (Inst. für Chem. Technol. der TH. München). **Lösungsgleichgewichte von Makromolekülen. 1. Mitt.: Die Zusammensetzung der Gelphase bei Fäll- und Lösefraktionierung.** (Makromol. Chem. 33, 113–130, 1959.)

Die präparative Fraktionierung von Hochpolymeren ist trotz neuer Schnellverfahren (Ultrazentrifuge, Sedimentationswaage, Trübungstitration) immer noch die sicherste Methode zur Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung, da die anderen Verfahren strenggenommen nur eine Löslichkeitsverteilung liefern. Von den beiden präparativen Fraktionierungsmethoden besitzt die Fällmethode den größeren Anwendungsbereich, da bei der Lösefraktionierung durch eine Art Membranwirkung Unsicherheiten auftreten können. Die Zusammensetzung der bei der Fällfraktionierung von ungeladenen Polymeren entstehenden Gelphase wurde an 12 Lösungsmittel/Fällungsmittel/Polymer-Systemen für Polyvinylacetat, Polystyrol, Polyvinylpyrrolidon mit verschiedenen mittleren Molekulargewichten bei 14,0° und 25,0° untersucht. Folgende Ergebnisse werden erhalten:

1. Die Gelphase enthält, entgegen Vermutungen in der Literatur, stets Polymer, Lösungsmittel und Fällungsmittel.

2. Das Verhältnis Lösungsmittel/Fällungsmittel in der Gelphase ist bei gegebenem System (Lösungsmittel/Fällungsmittel/Polymertyp/Temperatur) stets konstant und unabhängig von der vorgegebenen Konzentration oder der Konzentration im Trübungspunkt oder vom Molekulargewicht des vorgegebenen oder ausgefällten Polymeren.

3. Aus einer Lösung beliebiger Ausgangskonzentration und beliebig gewählter Molekulargewichte ist so lange keine Fällung zu erzielen, als nicht ein bestimmtes Lösungsmittel/Fällungsmittelverhältnis unterschritten wird. Dieses Verhältnis wird im Falle unendlich hoher Molekulargewichte und maximaler Ausgangskonzentration identisch mit dem aus der Analyse der Gelphase gefundenen.

4. Die Menge des in die Gelphase ausgefällten Polymeren ist eine Funktion von Molekulargewicht, Ausgangskonzentration und Volumbruch des Fällungsmittels.

5. Die Gelphase kann in eine oder mehrere an Polymeren reichere oder ärmere Phasen zerfallen. Das Verhältnis Lösungsmittel/Fällungsmittel ist aber auch in diesen Phasen konstant.

Diese Ergebnisse lassen sich durch Lösungsgleichgewichte beschreiben.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Patat, F. u. K. Damaschke (Inst. für Chem. Technol. der TH München u. Inst. für Techn. Chem. der TH Hannover). **Lösungsgleichgewichte von Makromolekülen. 2. Mitt.: Vergleichende Fraktionierung von Hochpolymeren nach dem Löse- und Fällverfahren.** (Makromol. Chem. 33, 131–139, 1959.)

Polyvinylacetate unterschiedlichen Molekulargewichts und verschiedener breiter Molekulargewichtsverteilung wurden unter gleichen Bedingungen einmal nach dem Fällverfahren, einmal nach der Lösemethode von O. Fuchs fraktioniert. Die Ergebnisse zeigen, daß die Lösemethode bis in den Molekulargewichtsbereich um etwa 10^5 mit für die Praxis ausreichender Genauigkeit die wahre Molekulargewichtsverteilung wiedergibt, mit zunehmendem höherem Molekulargewicht jedoch eine engere Verteilung vortäuscht. Nach den Versuchen unter Variation der Elutionszeit ist der bei der Lösefraktionierung auftretende Zustand zwar quasi-stationär, jedoch nicht der des thermodynamischen Gleichgewichts. Die Beobachtungen werden durch Diffusionsbehinderung und unvollständige Solvation gedeutet. P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Richards, E. G. u. H. K. Schachmann (Dept of Biochem. u. Virus Lab., Univ. of Berkeley, Cal., USA). **Studien an der Ultrazentrifuge mit einer Rayleigh-Interferenz-Optik. 1. Mitt.: Allgemeine Anwendungsmöglichkeiten.** (J. Physic. Chem. 63, 1578–1591, 1959.)

Interferenzmessungen, die in jüngerer Zeit häufig zur Lösung von Diffusionsproblemen herangezogen werden, können auch bei Untersuchungen mit der Ultrazentrifuge benützt werden. Zwei solche optischen Systeme, das Jamin- und das Rayleigh-Interferometer, wurden bereits in Ultrazentrifugen eingebaut. In der vorliegenden Arbeit wurden zum ersten Mal detaillierte Untersuchungen über Anwendungsmöglichkeiten, Genauigkeiten und Grenzen der neuen Methode durchgeführt.

Verschiedene Teile der Rayleigh-Interferenzoptik wurden abgewandelt und Methoden zur genauen Justierung der Optik entwickelt. Obwohl einige optische Probleme ungelöst blieben, zeigen

die Interferogramme eine bemerkenswerte Schärfe; das Auflösungsvermögen ist genau so gut wie bei den normalen interferometrischen Diffusionsmessungen. Konzentrationen können auf 0,1% genau bestimmt werden. Das Interferometer wurde benutzt zur Bestimmung des Molekulargewichts nach der *Archibald*-Methode. Verschiedene Messungen ergaben, daß der Konzentrationsgradient nicht genauer bestimmt werden konnte als nach der herkömmlichen Schlierenmethode. Als Konsequenz ergibt sich, daß Molekulargewichtsbestimmungen nach *Archibald* am besten so durchgeführt werden, daß der Konzentrationsgradient nach der Schlierenmethode, die Konzentration aber interferometrisch gemessen wird.

Verschiedene experimentelle Methoden werden angewandt zur Analyse der Konzentrationsverteilung in Sedimentationsgleichgewichten. Versuche über das Sedimentationsgleichgewicht wurden durchgeführt mit Sucrose, Raffinose, Ribonuclease und β -Lactoglobulin. Die Molekulargewichte konnten äußerst genau bestimmt werden, so daß es sich empfiehlt, die Interferenzmethode anzuwenden, wenn es auf sehr exakte Werte ankommt.

Schließlich wurde die Interferenzoptik dazu benutzt, um zwei ähnliche Substanzen direkt miteinander zu vergleichen und kleine Differenzen im Sedimentationskoeffizienten in einem einzigen Versuch zu ermitteln. Eine Theorie für diese Differentialmethode wird entwickelt. Obgleich die Resultate ermutigend sind und die Genauigkeit der einzelnen Messung gut ist, blieben noch einige Fragen ungeklärt, so daß weitere Ergebnisse abgewartet werden müssen.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Roscoe, R. u. W. Bainbridge (Physics Dept., King's Coll., Newcastle upon Tyne, Großbritannien). Viskositätsbestimmung nach der „Methode des schwingenden Behälters“. 2. Mitt.: Die Viskosität des Wassers bei 20°. (J. Physic. Soc. 72, 585–595, 1958.)

Die Leistungsfähigkeit der „Methode des schwingenden Behälters“ wurde durch Bestimmung der Viskosität des Wassers geprüft, wobei eine verbesserte Ausführung der Meßapparatur von Andrade u. Chiong (Proc. Phys. Soc. 48, 247, 1936) mit kugelförmigem Flüssigkeitsgefäß Verwendung fand. Dabei ergaben sich anomal große logarithmische Dämpfungswerte bei großen Amplituden der Rotation. Zur Ausschaltung der Störungen durch diesen Effekt wurde eine geeignete statistische Auswertemethode entwickelt. Als Meßwert ergab sich für Wasser ein η -Wert von $1,0025 \pm 0,0005$ cP. Die Diskussion der Fehlerquellen zeigt, daß sich hauptsächlich durch Ersatz des kugelförmigen Behälters durch einen zylindrischen die Genauigkeit der Bestimmung um ca. eine Zehnerpotenz steigern läßt und somit die Leistungsfähigkeit der Kapillarenmethode (Fehlergrenze $\pm 0,0003$ cP) übertroffen werden kann.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Saffman, P. G. u. S. G. Taylor (Cavendish Lab., Univ., Cambridge, Großbritannien). Das Eindringen einer Flüssigkeit in ein poröses Medium oder eine Hele-Shaw-Zelle, in denen sich eine stark viskose Flüssigkeit befindet. (Proc. Roy. Soc., Ser. A. 245, 312–329, 1958.)

Der Fall, daß eine die Hohlräume eines porösen Mediums ausfüllende viskose Flüssigkeit durch eine zweite Flüssigkeit unter deren Eigendruck ver-

drängt wird, wurde theoretisch und experimentell untersucht, vor allem hinsichtlich der an der Grenzfläche zwischen den beiden Flüssigkeiten anzutreffenden Bedingungen. Wenn die beiden Flüssigkeiten längs einer definierten Grenzfläche getrennt bleiben, so ergeben sich Ausdrücke analog denen, die die Instabilität beschleunigter Grenzflächen zwischen Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte beschreiben, wobei sich abgerundete „Finger“ der weniger dichten in die spezifisch schwerere Flüssigkeit ausbilden. Einen ähnlichen Zustand traf man auch an, wenn eine zwischen parallelliegenden Glasplatten von geringem Abstand, einer sogenannten *Hele-Shaw*-Zelle, befindliche Flüssigkeit durch eine weniger viskose verdrängt wird, was mathematisch analog dem Fall des zweidimensionalen Fließens in einem porösen Medium ist. Bei den durchgeführten Versuchen wurde Glycerin durch Luft oder ein Shell-Ölgemisch der Viskosität 2,75 P verdrängt, *Shell/Diala*- und *Shell/Talpa*-Öl durch Wasser oder Luft. Man fand, daß ein Fließen möglich ist, bei dem sich „Finger“ gleichen Abstandes gleichmäßig fortbewegen, wenn der Druck konstant bleibt. Das Verhältnis λ = Fingerdurchmesser/Fingerabstand erwies sich als charakteristischer Parameter für die möglichen Bewegungen. Wurde durch Luft oder Wasser eines der wesentlich stärker viskosen Öle verdrängt, so war λ allein eine Funktion von $\mu U/T$ (μ = Viskosität, U = Fortbewegungsgeschwindigkeit, T = Grenzflächenspannung).

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Sirianni, A. F., D. J. Worsfold u. S. Bywater (Appl. Chem. Div., Nat. Res. Council, Ottawa, Canada). Anionische Polymerisation von α -Methyl-Styrol. 3. Mitt.: Molekulargewichtsbestimmung von Polymeren mit einer engen Molekulargewichtsverteilung. (Trans. Farad. Soc. 55, 2124–2129, 1959.)

Die Polymerisation von α -Methyl-Styrol mittels eines Katalysators aus Natrium-Naphthenat ist die beste Möglichkeit, ein annähernd monodisperses Polymer herzustellen. Unter Anwendung günstiger Reaktionsbedingungen (Lösungsmittel, Temperatur, Konzentration) gelingt es, ein Verhältnis von Gewichtsmittel zu Zahlenmittel des Molekulargewichts von 1,03 zu erzielen. (Für ein völlig monodisperses System wäre das Verhältnis gleich 1). Das entspricht einer Molekulargewichtsverteilung, die sehr viel enger ist, als sich durch die herkömmlichen Fraktionierungsmethoden erzielen läßt. Die Polymerisation wird in Tetrahydrofuran bei -78° durchgeführt.

Das Molekulargewicht der so hergestellten Polymeren wird bestimmt durch Messung des osmotischen Drucks, Lichtstreuungsmessungen und Bestimmung der Gefrierpunktniedrigung. Die Ergebnisse deuten eindeutig darauf hin, daß die Polymeren eine sehr enge Molekulargewichtsverteilung besitzen, wie es auch von diesem Katalysatorsystem erwartet werden muß. Die Viskositätszahl/Molekulargewichtsbeziehung wird für Toluol als Lösungsmittel aufgestellt und mit derjenigen für Polystyrol verglichen. Die erhaltenen Molekulargewichte liegen zwischen 20 000 und 350 000.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Stockmayer, W. H. (Dept. of Chem., Massachusetts Inst. of Technol., Cambridge, Mass., USA). Probleme der statistischen Thermodynamik von verdünnten Polymerlösungen. (Makromol. Chem. 35, 54–74, 1960.)

Der heutige Stand der statistischen Thermodynamik der verdünnten Polymerlösungen wird betrachtet. Folgende Probleme werden diskutiert: Das Potential der Durchschnittskraft zwischen Kettenelementen und seine Abhängigkeit vom Lösungsmittel; die Beziehung zwischen Gittermodell und Kontinuummodell; ein Vergleich zwischen Monte-Carlo-Rechnung und analytischen Theorien der Dimensionen von Kettenmolekülen; verschiedene Theorien des 2. osmotischen Virialkoeffizienten; der Einfluß der Molekulargewichtsverteilung; das Verhalten in Mischungen von Lösungsmitteln; der dritte Virialkoeffizient und die Phasentrennung.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Vold, M. J. (Dept. of Chem., Univ. of Southern California, Los Angeles, Cal., USA). **Sedimentvolumen und Sedimentstruktur in Dispersionen von anisometrischen Teilchen.** (J. Physic. Chem. 63, 1608–1612, 1959.)

Die Sedimentation einer verdünnten Suspension von regellos orientierten stabförmigen Partikeln wird modellmäßig durchgerechnet. Die in einem Rechenautomaten angewandte Rechenmethode wird beschrieben.

Für verschiedene Verhältnisse von Länge zu Durchmesser der stabförmigen Teilchen ergeben sich verschiedene Volumanteile der festen Substanz im Sediment. Beträgt das Verhältnis Länge zu Durchmesser 1, so ist der Volumanteil der sedimentierten Teilchen im Sediment 12,8%; beträgt das Verhältnis 18, so sinkt der Volumanteil auf 1,5%. Modellmäßige Betrachtungen über die Struktur des Sediments ergeben, daß End-End- und End-Mittelpunkt-Anlagerungen über gekreuzte Formen überwiegen.

Mit steigendem Verhältnis von Länge zu Durchmesser nimmt die Zahl der Partikel zu, die mehr als 2 Berührungspunkte mit anderen Partikeln haben und somit eine gewisse Starrheit des Sediments erzeugen.

Suspensionen von Lithiumstearat in Benzol dienen dazu, die modellmäßigen Besprechungen experimentell zu erhärten.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

c) Anorganische Chemie

Pfenniger, H. H. (Inst. f. Kristall. u. Petrogr. d. ETH Zürich, Schweiz). **Elastische Schwingungen von Quarzplatten in stationären elektrischen Feldern.** (Naturwiss. 47, 275, 1960.)

Es wurden senkrecht zur optischen Achse geschnittene Quarzplatten bei verschiedenen Temperaturen und Feldstärken zwischen Metallelektroden in Inertglas elektrolysiert; mit Ag und Cu als Anodenmaterial traten im Gleichstrom akustisch zu beobachtende Schwingungen der Platten auf. Die Wechselstrom-Komponenten des Kristallstromes wurden ausgekoppelt und Frequenzmessungen und Amplitudenvergleiche angestellt. Formiergas hindert die Erscheinung. – Vgl. auch eine Gemeinschaftsarbeit aus dem gleichen Institut (H. Wondratschek, G. O. Brunner und F. Laves, ebend. S. 275) über den Mechanismus bei der Elektrolyse von Quarz.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Pfenniger, H. H. u. F. Laves (Inst. f. Kristall. u. Petrogr. d. ETH Zürich, Schweiz). **Kationenwanderung und Farbzentrenbildung bei der Elektro-**

lyse von Quarzplatten senkrecht zur c-Achse. (Naturwiss. 47, 276, 1960.)

Eingehende Beschreibung der Versuche, eine Elektrolyse in dieser Richtung nachzuweisen. Dabei treten in der Kälte braunschwarze, bei der Arbeitstemperatur hell leuchtende Farbzentren auf. Auch Änderungen der Absorptionsbanden werden festgestellt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

d) Organische Chemie

Bevington, J. C. u. D. E. Eaves (Chem. Dept. Univ., Birmingham, Großbritannien). **Die Initiierungsreaktion bei der Polymerisation von Acrylnitril.** (Trans. Far. Soc. 55, 1777–1782, 1959.)

Die Polymerisation von Acrylnitril wurde dilatometrisch gemessen. Die Reaktion wurde durchgeführt im homogenen System mit Dimethylformamid als Lösungsmittel und im heterogenen System mit Benzol oder Tetrachlorkohlenstoff als Lösungsmittel, wobei das gebildete Polymer ausfällt. Mit radioaktivem Kohlenstoff markiertes Azo-isobuttersäurenitril wird als Polymerisationsinitiator benutzt. Die Geschwindigkeit und die Ausbeute der Initiierungsreaktion kann so gut bestimmt werden.

Als Ausbeute der Initiierungsreaktion wird das Verhältnis von gebildetem Polymer zu verbrauchter Azoverbindung definiert. Die Ausbeute ist gering in Tetrachlorkohlenstoff, wahrscheinlich, weil eine Reaktion zwischen dem Lösungsmittel und den aus der Azoverbindung entstehenden Radikalen stattfindet. In geringerem Maße spielt dieser Effekt auch eine Rolle, wenn Dimethylformamid als Lösungsmittel benutzt wird.

Sowohl im heterogenen als auch im homogenen System verläuft die Initiierung normal, obwohl wesentliche Unterschiede zur Initiierungsreaktion beim Styrol bestehen.

Weiterhin kann als sicher angenommen werden, daß die vorherrschende Abbruchreaktion bei der Polymerisation von Acrylnitril in Dimethylformamid bei 60° die Kombination zweier Makroradikale ist.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Breuer, M. u. U. P. Strauss (New Brunswick, N. Y., USA). **Die Emulgierung von Isooctan durch Komplexe aus Serumalbumin und Natrium-Dodecylsulfat.** (J. Physic. Chem. 64, 228–231, 1960.)

Die Emulgierung von Fetten, Ölen und anderen in Wasser nur wenig löslichen Substanzen wurde untersucht. Im Falle von Seifen und Detergentien wurde die Emulgierungswirkung nur oberhalb der sogenannten kritischen Micellenkonzentration beobachtet, und es wird allgemein angenommen, daß eine Konzentrierung von Seifen- oder Emulgatormolekeln in Micellen notwendig für eine Emulgierung ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein System aus Rinder-Serumalbumin, Natrium-Dodecylsulfat, Wasser und Isooctan untersucht. Serumalbumin und der Emulgator bilden bekannte, definierte Komplexverbindungen. Isooctan wird weder durch das Serum-Albumin noch durch den Emulgator allein in Lösung gebracht. Der Verlauf der Emulgierung des Isooctans wurde durch Dampfdruckmessungen verfolgt. Die Dampfdruckisothermen haben eine ähnliche Gestalt wie die, die mit einem Micellenemulgator, ohne Zusatz von Protein, gemessen werden. Bedeutende Mengen des Isooctans werden unterhalb der kritischen Micellenkonzentration des Emulgators gelöst, was darauf deutet,

daß der Protein-Emulgator-Komplex die emulgierende Wirkung hat. Die Untersuchungen wurden über einen weiten Konzentrationsbereich für Protein und Emulgator durchgeführt. Es ergab sich, daß die Emulgierwirksamkeit eine einfache Funktion von der Zahl der pro Molekül Protein gebundenen Emulgatormolekeln ist. Sinkt diese Zahl unter einen bestimmten Wert, so tritt keine Lösung ein; das deutet darauf hin, daß gewisse Anhäufungen von gebundenem Emulgator vorhanden sein müssen, um Lösung zu bewirken.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Guthrie, D. A. u. J. F. Black (Products Res. Div., Esso Res. and Engng. Co., Linden, N. J. USA). **Polymerisation von Vinyl-2-äthyl-hexanat mit γ -Strahlen.** (Ind. Engng. Chem. **52**, 51–54, 1960.)

Der Ablauf der Reaktion bei strahlungsinduzierter Polymerisation wird stärkstens beeinflusst durch die Bildung von Pfropfpolymeren und Kettenbildung durch gelöste Radikale. Es wird die Polymerisation eines Vinylesters untersucht, um die besonderen Merkmale zu bestimmen, die aus der Einleitung der Polymerisation mittels ionisierender Strahlen herrühren. Die Reaktionsgeschwindigkeit ist der Ausgangskonzentration des Monomeren proportional und unabhängig vom Verbrauch des Monomeren. Sie zeigt weiter eine Abhängigkeit 1. Ordnung von der Strahlungsintensität. Das Molekulargewicht des Polymeren steigt linear mit dem Verbrauch des Monomeren an. Diese kinetischen Ergebnisse können so gedeutet werden, daß die Polymerisation zusätzlich eingeleitet wird durch gelöste Radikale, die sowohl vom Lösungsmittel, wie auch von polymeren und monomeren Molekülen gebildet werden. Aus den Ergebnissen kann die relative Wirksamkeit berechnet werden, mit welcher die Radikale, die bei der Bestrahlung verschiedener Lösungsmittel gebildet werden, die Polymerisation beeinflussen. Die Resultate ergeben einen direkten Hinweis auf die Bedeutung der Pfropfvorgänge bei strahlungsinduzierter Polymerisation.

Erich Best (Frankfurt a. M.)

Magat, M. (Lab. Chimie Physique de la Fac. des Sci., Paris, Frankreich). **Über die ionische Polymerisation, hervorgerufen durch ionisierende Strahlen.** (Makromol. Chem. **35**, 159–173, 1960.)

Man weiß seit einigen Jahren, daß die durch ionisierende Strahlung angeregten Polymerisationen bei und oberhalb Zimmertemperatur über einen Radikalmechanismus vor sich gehen. Die Trägheit der Ionen für die Auslösung von Polymerisationsreaktionen wird durch ihre kurze Lebensdauer erklärt. Vor kurzem wurde jedoch gezeigt, daß bei tiefen Temperaturen und in bestimmten Lösungsmitteln Ionenpolymerisationen beobachtet werden können. Es wird eine Theorie vorgeschlagen, die auf dem Platzmann-Fröhlich-Mechanismus der Energiezerstreuung der epithermischen Elektronen beruht und die es verständlich macht, warum und unter welchen Bedingungen die Lebensdauer der positiven Ionen genügend verlängert werden kann, um Ionenpolymerisationen zu gestatten.

Eine Übersicht der bisherigen Experimentalergebnisse wird gegeben, und es wird gezeigt, daß sie mit der vorgeschlagenen Theorie in Einklang stehen.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Natta, G. (Ist. Chimica Industriale, Politecnico Milano, Italien). **Fortschritte in der stereospezifischen Polymerisation.** (Makromol. Chem. **35**, 94 bis 131, 1959.)

Es wird berichtet über neue Untersuchungen an Polymeren mit geordneter sterischer Struktur, die durch stereospezifische Polymerisation erhalten wurden. Einige der Ergebnisse betreffen die Beziehung zwischen sterischer Struktur und Kristallinität; dabei ergibt sich, daß eine regelmäßige sterische Struktur eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Kristallisationsfähigkeit der Polymeren ist.

Bei den isotaktischen Vinylpolymeren vom Typ $\text{CH}_2=\text{CHR}$ bestimmen die Form und Größe des Substituenten R nicht nur die verschiedene Konstellation der isotaktischen Helix (mit einer Anzahl von Monomereinheiten, die zwischen 3 und 4 wechselt), sondern sind in einigen besonderen Fällen auch für das Fehlen der Kristallinität verantwortlich. Es ist möglich, durch chemische Prozesse, welche die Form und Größe des Substituenten R verändern, kristalline Polymere aus isotaktischen amorphen und nicht kristallisierbaren Polymeren zu erhalten.

Es wird zum ersten Mal die Kristallstruktur von syndiotaktischem Polypropylen beschrieben und dessen Struktur mit der anderer syndiotaktischer Polymeren verglichen.

Weiterhin wird die Struktur von kristallinen Polymeren vom „diisotaktischen Typ“, hergestellt durch Polymerisation von Monomeren des Typs $\text{RCH}=\text{CHR}_1$, diskutiert und eine Nomenklatur für die verschiedenen möglichen Stereoisomeren vorgeschlagen.

Es werden Fälle von Polymorphie, Isomorphie und Diisomorphie auf dem Hochmolekulargebiet untersucht. Ein neuer Typ von Diisomorphie zwischen verschiedenen Monomereinheiten wird beschrieben.

Kristalline Copolymere mit isomorphen Monomereinheiten haben Schmelzpunkte, die zwischen denen der entsprechenden reinen Homopolymeren liegen.

Die Einwirkungen, welche die sterische Reinheit von Polymeren mit geordneter Struktur beeinflussen, werden untersucht. Es wird erörtert, welchen Einfluß die sterische Reinheit auf die physikalischen und besonders die mechanischen Eigenschaften des Polymers hat; in erster Linie für das Polybutadien, das an der Technischen Hochschule in Mailand mit einem Gehalt von mehr als 99% 1,4-cis-Einheiten erhalten wurde.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Rothe, M. (Deutsche Akad. d. Wiss., Berlin u. Inst. org. Chem., Univ. Halle). **Lineare und cyclische Oligomere.** (Makromol. Chem. **35**, 183–199, 1960.)

Die besondere Bedeutung von Oligomeren liegt darin, daß sie als niedermolekulare, kristallisierte und vor allem streng einheitliche Verbindungen ideale Modellsubstanzen für Makromolekeln darstellen. Oligomere mit Molekulargewichten bis etwa 1000 müssen prinzipiell ähnliche chemische Eigenschaften wie die Polymeren besitzen, jedoch als niedermolekulare Substanzen von vollständig definierter und leichter zu ermittelnder Zusammensetzung allen Untersuchungen leicht zugänglich sein.

Zusammenfassend wird über die Grundlage der Oligomerenchemie berichtet, also über Synthese,

Eigenschaften, Vorkommen und Isolierung aus Polykondensaten sowie das Verhalten unter Polymerisationsbedingungen. Praktische Beispiele werden aufgezeigt, besonders von dem Oligoamidgebiet.

Die in letzter Zeit erzielten Fortschritte betreffen vor allem die Synthese chromatographisch einheitlicher Oligomeren und die Reingewinnung polymerhomologer Ringoligomeren aus Polykondensaten. Einheitliche Polymere mit Molekulargewichten über 1000 lassen sich nach dem Duplikationsverfahren gewinnen. Beim Duplikationsverfahren wird eine bifunktionelle Verbindung A mit einem großen Überschuß einer zweiten bifunktionellen Verbindung B umgesetzt, so daß eine wiederum bifunktionelle Verbindung BAB entsteht, auf die das Verfahren erneut angewandt wird.

Für die Darstellung von Ringamiden wurden neue peptidsynthetische Verfahren unter Anwendung des Verdünnungsprinzips ausgearbeitet.

Mit Hilfe der synthetisierten Vergleichssubstanzen gelang der papierchromatographische Nachweis einer polymerhomologen Reihe von Ringamiden in Nylon-6 (Cyclo-di-bis-nonamid) und in Nylon 66 (Cyclo-mono-bis-tetramid) und ihre präparative Auftrennung durch Säulenchromatographie.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Szwarc, M. (Dept. of Chem., N. Y. State Univ. Coll. of Forestry, Syracuse, N. Y., USA). **Einige Aspekte der anionischen Polymerisation.** (Makromol. Chem. 132–158, 1960.)

Die Initiierung der anionischen Polymerisation durch negative Ionen wird im Rahmen einer Säure-Base-Reaktion diskutiert. Die Unterschiede zwischen einer gewöhnlichen Säure-Base-Reaktion und der Initiierungsreaktion werden an Hand einiger Beispiele besprochen.

Die Initiierung durch eine Elektronenübertragung wird ausführlicher behandelt. Der Reaktionsverlauf unter Bildung monomerer Radikationen wird besprochen; es wird unterschieden zwischen einer primären Dimerisierung, primären Anlagerung von Monomeren, sekundären Elektronenübertragung, Tetramerisierung und Polymerisation. Für die einzelnen Reaktionen werden Beispiele angegeben. Versuchsweise wird die Polymerisation über dipolare Zustände und Zwitterionen diskutiert.

Die verschiedenen Abbruchmöglichkeiten werden beschrieben und die Bedingungen für eine abbruchlose Polymerisation umrissen. Die Folgen, die sich aus einer abbruchlosen Polymerisation ergeben, sind: Einstellung eines Gleichgewichtes zwischen Monomer und dem „lebenden“ Polymer, daraus sich ergebende Molekulargewichte und Molekulargewichtsverteilungen, Einführung funktioneller Endgruppen, Bildung von Blockcopolymeren.

Unter dem Gesichtspunkt der Assoziation, Solvatisierung und Konfiguration der Polymerkette wird die Frage des Pseudoabbruchs erörtert. Der Effekt des Pseudoabbruchs auf die Struktur der entstehenden Makromoleküle wird besprochen.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Wichterle, O. (Inst. f. Makromol. Chem., Tschechoslow. Akad. d. Wiss., Praha, CSR). **Die Caprolactam-Polymerisation.** (Makromol. Chem. 35, 174 bis 182, 1960.)

In der alkalisch katalysierten Caprolactampolymerisation verlaufen neben den eigentlichen Um-

amidierungsreaktionen auch andere alkalisch beschleunigte Reaktionen der Amidgruppe bzw. der durch Disproportionierung entstandenen Imidgruppen. Durch diese Nebenreaktionen werden saure Funktionen, welche den basischen Katalysator verbrauchen, gebildet.

Die neue, äußerst schnell verlaufende alkalische Polymerisation, welche durch Zusatz von Imiden hervorgerufen wird, wird besprochen, und die technologischen Anwendungsmöglichkeiten des neuen Prozesses werden angedeutet. Die Polymerisation verläuft schon bei 150°, das heißt unterhalb des Schmelzpunktes des Polymers, genügend rasch, und es gelingt auf diese Weise, sehr schöne gleichmäßige Blöcke des Polyamids herzustellen. Ein höheres Molekulargewicht kann leicht erzielt werden durch Verminderung der Imidkonzentration oder durch Verwendung eines polyfunktionalen Imids als Katalysator.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

f) Biologie und Medizin

Arens, K. (Dept. de Bot., Faculdade de Filosofia, Rio Claro, Est. de São Paulo, Brasilien). **Ein Polaritätsmechanismus der Zelle.** (Protoplasma 52, 26–30, 1960.)

Die erwachsene Zelle wird hypothetisch als ein System im dynamischen Gleichgewicht gesehen, welches die Asymmetrie seines Aufbaues aus endoplasmatischem Sol mit korpuskulären Proteinen und ektoplasmatischem Gel mit sphärischer Konfiguration der Proteine und elektrochemischen Gradienten infolge Ionenakkumulation usw. unter Verbrauch bei Hydrolyse von Polyphosphaten frei werdender Energie aufrechterhält. Der gedachte Mechanismus arbeitet mit reversibler Denaturierung bzw. Kontraktion von Proteinen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Bancher, E. u. J. Hölzl (Inst. f. Bot. u. techn. Mikrosk. d. TH. Wien). **Mikrophotometrische Untersuchungen zur Neutralrotspeicherung in den Vakuolen der Innenepidermis von Allium cepa.** (Protoplasma 52, 31–52, 1960.)

Bei den Messungen mit Photometer-Okular Reichert wird auf die Speicherbedingungen je nach Lage der Zellen zum Wundrande besonders geachtet. Die Befunde über die Speichergeschwindigkeit, das empirisch ermittelte Speichermaximum der Vakuolen aus verschiedenen konzentrierten Farblösungen und über die Löslichkeitsgrenze des Farbsalzes in Wasser stehen in Übereinstimmung mit Gesetzmäßigkeiten, welche aus der Ionenfallentheorie für Aufnahme und Speicherung basischer Farbstoffe an „leeren“ Zellsäften folgen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Böhm-Tüchy, E. (Pflanzenphys. Inst. d. Univ. Wien). **Plasmalemma und Aluminiumsalz-Wirkung.** (Protoplasma 52, 108–142, 1960.)

In zeit- und konzentrationsgestaffelten Versuchen mit verschiedenen Algen- und Phanerogamenzellen werden die Wirkungen von $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ nach 7 Stufen unterschieden (Plasmolyse normal; Pl. verzögert; Krampf- oder ausbleibende Pl.; vereinzelte Schädigungen; $\frac{1}{2}$ der Zellen bei Deplasmolyse nekrotisch; ebenso mehr als $\frac{1}{2}$; alle Zellen irreversibel geschädigt) und in mathematischer Auswertung mit ungleichen Plasmalemmastärken gedeutet.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Bopp, M. u. M. Boll (Bot. Inst. d. Univ. Freiburg i. Br.). **Die Flavonoidausstattung von Streptocarpusblüten.** (Naturwiss. 47, 159–160, 1960.)

Versuche an einem gelben Farbfleck im Blüten-schlund mit 11 Lösungsmittelgemischen ergaben mit aufsteigender Chromatographie 3 in wechselnder Konzentration vorhandene Komponenten der Farbstoffklasse; für einige der Lösungsmittelgemische werden die erhaltenen R_f -Werte mitgeteilt. Ein vorzügliches Trennungsmittel der Klasse ist die wäßrige Phase von Kresol-Eisessig-Wasser 50:2:48. Durch Bandenchromatographie und Methanolelution werden die Stoffe des Farbfleckens gereinigt, um eine Reihe der Klassennachweise durchzuführen. Auch wird die maximale Absorption der drei Komponenten mitgeteilt und die Flavonmolekel durch die Alkalischmelze gespalten. In allen drei Komponenten liegt dasselbe Aglucon, wenn auch unterschiedlich glucosidiert, vor.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Freytag, K. (Treysa). **Die Doppelbrechung des Schleimes von Tilia ulmifolia.** (Protoplasma 52, 53–57, 1960.)

Der cellulosefreie Schleim aus Zellen des Rindenparenchyms der Blattstiele ist negativ doppelbrechend zur Tangente an die Zellwand. Aus Imbibitionsversuchen und Untersuchung der Schleimfäden folgt die konzentrische Lage negativ eigendoppelbrechender Leptonen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Gross, W. (Med. Poliklinik d. Univ. Würzburg) u. E. Ambis. **Beitrag zum Nachweis von Adrenalin und Arterenol.** (Naturwiss. 47, 179, 1960.)

Die Versuche mit Trägerelektrophoresen bei 750 V, 30 mA, pH 7,2 und 4 Std. Laufzeit ergeben relativ große Wandergeschwindigkeiten für Suprenin und Arterenol, dagegen viel kleinere nach Extrahieren des Harnes mit Essigester.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Hay, E. D. (Dept. of Anat., Cornell Univ. Med. Coll., New York, N. Y., USA). **Die Feinstruktur von Nerven in der Epidermis sich regenerierender Salamanderbeine.** (Expt. Cell Res. 19, 299–317, 1960.)

Die Nerven verlaufen größtenteils außerhalb der Zellen, mit denen sie durch zwiebelige Erweiterungen mit vielen Mitochondrien, Körnern und Blasen in Beziehung stehen. Die Plasmamembranen der Nerven und der Zellen sind elektronenoptisch sehr dicht, letztere grenzen an osmiophiles Material. Vermutlich wirken die Nerven bei Ernährung des Regenerates mit.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Höfler, K. (Pflanzenphys. Inst. d. Univ. Wien). **Über die Permeabilität der Diatomee Caloneis obtusa.** (Protoplasma 52, 5–25, 1960.)

Die bei vielen anderen Diatomeen nachgewiesene Höhe der Zuckerpermeabilität fehlt der halophoben, für plasmometrische Bestimmungen morphologisch vorzüglich geeigneten Art; die Deutung mit nicht-osmotischer Zucker- oder nicht-osmotischer oder osmotischer Wasseraufnahme wird zurückgewiesen. Nach dem gefundenen Permeabilitätsverhältnis Methylharnstoff/Harnstoff ist auch die typische „Porenpermeation“ auszuschließen. Wieweit hohe Zucker- und hohe Salzdurchlässigkeit symbat gehen, und andere ökologische Überlegungen werden zur Diskussion gestellt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Höfler, K. (Pflanzenphys. Inst. d. Univ. Wien). **Permeabilität des Protoplasmas.** (Protoplasma 52, 145–156, 1960.)

Der *Sammelbericht* aus Montreal (Canada) sieht das Ziel der Untersuchungen im Verhalten lebenden Plasmas, schildert neben dem bekannten Verhalten von Nicht-Elektrolyten (hierzu die Meßmethoden der mikrochemischen Analyse und der Plasmometrie) auch das von Farbstoffen und bespricht die Permeabilitätstheorien und -Reihen. Schließlich werden das Eindringen kleinmolekularer Verbindungen und anatomische Grundlagen der Vorgänge, besonders vakuolenhaltiger Zellen, behandelt. – Vgl. auch die Mitteilung von E. J. Stadelmann (ibid. 157–160) über die plasmometrische Methode.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Levitt, J. (Univ. Missouri, USA). **Zur Reichtfertigung der Membrantheorie der Zellpermeabilität.** (Protoplasma 52, 161–163, 1960.)

Verf. wendet sich gegen die Annahme von Lipoidschichten im Gesamtplasma (Ber. Dtsch. bot. Ges. 72, 236, 1959) und bespricht die Fakten für die bisherige Auffassung eines begrenzenden Plasmalemma der Zelle.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Mölbert, E. (Pathol. Inst. d. Univ. Freiburg/Br.). **Das elektronenmikroskopische Bild des Skelettmuskels bei Dystrophia musculorum progressiva Erb.** (Naturwiss. 47, 186–187, 1960.)

Die für die Erbsche Krankheit kennzeichnende primäre Schädigung der Myofibrillen zeigt sich elektronenmikroskopisch in Übergängen von normalen zu zerstörten Ultrastrukturen und bei fortgeschrittener Destruktion in starker Auflockerung der Kerne, Reduktion der nucleolaren Massen und Auftreten von Spalten in der doppelt begrenzten Kernwand.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Rehder, H. (Geobot. Inst. d. ETH Zürich). **Saugkraftmessungen an Stachys silvatica im frischen und welken Zustand.** (Ber. Dtsch. Bot. Ges. 73, 75–82, 1960.)

Entgegen der Erwartung steigt die nach der neuen Methode von W. S. Scharadkow (Arb. Akad. Wiss. Usbek. SSR, Taschkent 1956, 1957) bestimmte Saugkraft, auf die Welken und Taubenetzung durch Schwankungen antworten, auch bei welkenden Pflanzen fast immer in Richtung zur Wurzel zu oft hohen Werten. Ebenso bleibt die Neigung der Saugkraftkurven nicht sicher erklärbar.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Rummeni, G. (Inst. f. allg. Bot. d. Univ. Jena). **Untersuchungen an reifenden Weinbeeren zur Theorie des physiologischen Redoxpotentials des Pflanzengewebe.** (Ber. Dtsch. Bot. Ges. 73, 83–98, 1960.)

Beim Reifen erfolgt eine Potentialverschiebung der Gewebepotential-Aufschlammungen in Richtung verstärkter Reduktion, während die Acidität nur um ungefähr 0,5 pH-Einheiten verändert wird; die Beziehung zwischen beiden Faktoren kann wechseln. Mit stärker negativem Redoxpotential beim Reifen nimmt die Menge titrierbarer Säure wie die Pufferung des Preßsaftes ab.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Schubert, K. u. K. Wehrberger (Dtsch. Akad. d. Wiss., Inst. f. Mikrobiol. u. exper. Ther., Jena). **Isolierung von Testosteron aus Normalharn.** (Naturwiss. 47, 281, 1960.)

Der Nachweis des androgenen Hormons im Überlauf gelingt durch UV-spektrographische Erfassung in routinemäßiger Differenzierung nach einem *adsorptionschromatographischen* Verfahren, das hier geschildert wird (Tagesausscheidung: 50 γ).
H. H. Pfeiffer (Bremen)

Slifer, E. H. u. S. S. Sekhon (Dept. of Zool., State Univ. of Iowa, Iowa City, USA). **Die Feinstruktur der Plattenorgane der Antenne der Honigbiene.** (Expt. Cell Res. 19, 410–414, 1960.)

Elektronenmikrogramme der sensilla placodea der Bienenarbeiterin legen die Annahme nahe, daß es sich um akustische Sinnesorgane vom Typus des Schwingungsreizes handelt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Stein, W. D. u. E. A. Barnard (Dept. of Zool., Univ. of London, King's Coll., Strand, London, Großbritannien). **Der Histidinrest im aktiven Zentrum der Ribonuclease. 2. Mitt.: Die Position dieses Restes in der primären Proteinkette.** (J. mol. Biol. 1, 350 bis 358, 1959.)

Das durch Reaktion von Bromessigsäure mit dem Enzym gewonnene Carboxymethyl-Derivat der Ribonuclease wurde oxydiert und mit Chymotrypsin gespalten. Die dabei entstandenen Peptide wurden durch Elektrophorese und Chromatographie getrennt, und das die eingeführte Carboxymethylgruppe enthaltende Peptid wurde identifiziert. Hierdurch wurde der einzelne Histidinrest, der mit der Bromessigsäure reagiert, in der Proteinkette der Ribonuclease lokalisiert, was gleichbedeutend mit der Lokalisierung mindestens eines Teils des aktiven Zentrums dieses Enzyms ist. Es handelt sich dabei um denjenigen Histidinrest, der am nächsten der C-Endgruppe der Proteinkette (deren Aminosäuresequenz ziemlich bekannt ist) liegt.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Szczepkowski, T. W. u. L. Konieczny (Dept. of physiol. Chem. of the Med. Academy, Krakow, Polen). **Die Heterogenität des Normal-Hämoglobins erwachsener Menschen.** (Clin. Chim. Acta 5, 383 bis 391, 1960.)

Der Verlauf der Propanol-Denaturierung von Hämoglobin und Oxyhämoglobin bei $p_H = 10$ läßt sich durch Kurven ausdrücken, die anzeigen, daß normales Hämoglobin von erwachsenen Menschen aus einem Gemisch von Fraktionen besteht. Für diese Methode gelten nicht die Einwände, die gegen die Alkalidenaturierung vorgebracht wurden. Durch Papier- und ebenso durch Cellulosesäulen-Chromatographie wurde eine Trennung des normalen menschlichen HbA in Fraktionen erreicht. Bei der Propanol-Denaturierung erhält man bei einem p_H -Wert, der der beweglichsten Fraktion entspricht, eine Kurve, die verschieden ist von der für chromatographisch ungetrenntes Hämoglobin. Die Kurve läßt die homogene Natur dieser Fraktion erkennen. Die Homogenität des Hämoglobins wurde an 27 Personen untersucht. Mit einer Ausnahme wiesen die Ergebnisse die Existenz von drei Fraktionen mit verschiedenen Denaturierungsgeschwindigkeiten aus. Bei einer Person enthielt das Hämoglobin anscheinend nur zwei Fraktionen.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Wartenberg, H. u. W. Gusek (Anat. und Pathol. Inst. d. Univ., Hamburg-Eppendorf). **Elektronenoptische Untersuchungen über die Feinstruktur des Ovarialeies und des Follikelepithels von Amphibien.** (Expt. Cell. Res. 19, 199–209, 1960.)

Am Follikelepithel von Froshoocyten werden elektronenmikroskopisch außer blasigen Gebilden 3 durch dicke Basalmembranen getrennte Schichten nachgewiesen. J. Holtfreters „Rindenhaut“ wird an unreifen Oocyten von einem unscharf begrenzten Balkenwerk der Matrix und einem Kutikularsaum gebildet, das Gel des Rindenplasmas aus homogenen Granula, Mitochondrien und Pigmentkörnern, die sich im plasmatischen Reticulum entwickeln.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Wechsler, W. u. H. Hager (Hirnpathol. Inst. d. Dtsch. Forsch.-Anst. f. Psychiatrie, Max-Planck-Inst., München). **Elektronenmikroskopische Befunde am atrophischen quergestreiften Skelettmuskel der Ratte nach Nervdurchtrennung.** (Naturwiss. 47, 185–186, 1960.)

Elektronenmikroskopisch wird die Reduktion des Faservolumens unter Verschmälerung der Myofibrillen gefunden, nicht aber eine sichere Abweichung an den Myofilamenten wie an den Mitochondrien. Die Kerne zeigen eine Chromatinanhäufung in Wandnähe und oft Nucleolenvermehrung. Atrophie wird gedeutet als an den Fibrillen von außen nach innen fortschreitender enzymatischer Abbau der spezifischen Eiweiße.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Wohlfarth-Bottermann, K. E. (Zentrallab. f. angew. Übermikrosk., Zool. Inst., Bonn). **Protistenstudien. 10. Mitt.: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an der Amöbe Hyalodiscus simplex n. sp.** (Protoplasma 52, 58–107, 1960.)

Die gefundene Zielpreparation erlaubt dem Elektronenmikroskopiker Einbetten in Vestopal W und Schneiden *in situ*. An die Innenmembran aus zwei kontrastreichen Außenschichten in Folientextur, die von einer transparenten Mittelschicht getrennt werden, schließt sich außen eine sehr kontrastarme Schicht mit inserierten Härchen. Lichtmikroskopisch entgehen viele submikroskopische Pseudopodien der Beobachtung. Elektronenmikroskopisch finden sich im Hyalo- oder Ektoderm vernetzte fädige Elemente, im Granulo- oder Endoplasma eine Membranstruktur. Bei Pinozytose wird kontinuierlich Flüssigkeit und Wandmaterial ins Endoplasma aufgenommen, wenn sich nicht die Flüssigkeit im Cytoplasma verteilt. Elektronenmikroskopisch ist die Unterscheidung von Sol und Gel und damit die Analyse der amöboiden Bewegung möglich, die fließend oder rollend, nicht schreitend erfolgt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

3. Grenzflächenerscheinungen

b) Grenzflächenspannung und Adsorption

Fujimoto, M. (Lab. d. analyt. Chem., Chem. Inst. d. wiss. Fakult., Univ. Tokyo, Japan). **Adsorption fein zerriebener Teilchen der stark basischen Anionenaustauscher an der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten und ihre Anwendungen zur mikrochemischen Analyse.** (Naturwiss. 47, 252, 1960.)

Die wäßrige Suspension des Austauschers wird mit unmischbarer, nicht-wäßriger Flüssigkeit geschüttelt, dann werden die Harzteilechen durch die Grenzfläche zweier Flüssigkeitsphasen stark adsorbiert und die adsorbierten Bestandteile einer Farb-reaktion stark angereichert, wie Untersuchungen der *Harztüpfelmethode* des Verf. (Chem. Analyst. 49, Nr. 1, 1960) ergeben haben.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Herczyńska, E. (Dept. of Radiochem., Inst. of Nuclear Res., Warschau). **Gesteigerte Adsorption als ein Ergebnis der Bestrahlung von Metallen.** (Naturwiss. 47, 224, 1960.)

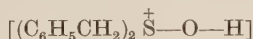
Wenn die Feinmetalle Au und Pt mit γ -Strahlen des ^{60}Co in einer Dosis von 800 kr/h bestrahlt werden, wird anfangs ein Ansteigen, dann ein Nachlassen der Adsorption von $^{35}\text{SO}_4^-$ und ^{137}Cs -Ionen beobachtet. Daraus wird auf Entstehung einer Oxydschicht geschlossen, die hernach zerstört wird.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

c) Elektrische Grenzflächenerscheinungen

Palczewska, W. u. H. Wróblowa (Inst. of phys. Chem., Polish Acad. of Sci., Warszawa, Polen). **Adsorption von Dibenzylsulfoxyd an der Phasengrenze Quecksilber/wäßrige Lösung von Schwefelsäure.** (Bull. Acad. polon. Sci., Ser. Sci. chim., géol., géogr. 6, 191–199, 1958.)

Durch Aufnahme der Elektrokapillaritäts- und Polarisationskurven wurde das Verhalten von Dibenzylsulfoxyd an einer Hg-Elektrode untersucht, wobei Dibenzylsulfoxyd-Lösungen in 1-n. H_2SO_4 der Konzentrationen 20–100 mg/l verwendet wurden. Dabei war stärkere Adsorption auf dem positiven Potential-Ast der Elektrokapillaritätskurve zu beobachten, während bei $-0,7$ V nahezu vollständige Desorption eintrat. Der höchste Adsorptionswert trat bei einer Konzentration von 70 mg/l und einem Potentialwert von $+0,045$ V auf. Bei Voraussetzung einer monomolekularen Adsorptionsschicht wäre in diesem Falle der Flächenbedarf eines Dibenzylsulfoxyd-moleküls ca. $40 \text{ \AA}^2$. Die Polarisationskurven zeigten drei getrennte Abschnitte: (1) bis $-0,7$ V, (2) $-0,7$ bis $-0,85$ V, (3) ab $-0,85$ V. Innerhalb des 1. Abschnittes liegt die H-Überspannung um ca. 30 mV niedriger, innerhalb des 3. Abschnittes um ca. 100–150 mV über derjenigen für eine 1-n. Schwefelsäurelösung. Durch Zusätze von As_2O_3 wurde die Form der Polarisationskurve stark verändert. Bei $-0,85$ V und negativen Potentialwerten wird Dibenzylsulfoxyd wahrscheinlich in Form von Kationen



adsorbiert (vorher in Form von Molekeln), die ihre positiv geladenen S-Atome zur negativen Hg-Oberfläche hin richten. Die Erhöhung der H-Überspannung im 3. Abschnitt der Polarisationskurve ist möglicherweise auf die Abschirmung der Hg-Oberfläche durch die adsorbierten Kationen zurückzuführen. Die frühere Hypothese von *Palczewska* (Bull. Acad. polon. Sci. Cl. III 4, 34, 1956) über die Adsorption von Dibenzylsulfoxyd-Molekeln an Ni und Fe im Bereiche hoher negativer Potentiale erscheint demnach als unzutreffend.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Seidl, R. und V. Strelka (Inst. f. techn. Phys. der CSAV, Prag). **Zum Problem der Exoelektronen-emission von NaCl.** (Naturwiss. 47, 225, 1960.)

Die Fortsetzung des Studiums der Oberflächenschichten fester Stoffe befaßt sich hier mit dem Zusammenhang zwischen der gewöhnlichen thermischen Emission der ursprünglich an den Haftzentren lokalisierten Elektronen und der wärme-stimulierten Photoelektronenemission.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

van Os, G. A. J. u. W. Möller (Dept. of Chem., Univ., Nijmegen, Niederlande). **Der Einfluß von Ladungsschwankungen auf Überföhrungszahl und elektrisches Leitvermögen von Proteinen und anderen schwachen Polyelektrolyten.** (Proc. kon. nederl. Akad. Wetensch. Ser. B 61, 253–259, 1958.)

Die Ausdrücke für das elektrische Leitvermögen und die Überföhrungszahl von schwachen Polyelektrolyten werden unter Berücksichtigung des Einflusses der Ladungsschwankungen der Polyelektrolytmolekeln abgeleitet. Dabei fand man, daß sich letzterer Effekt durch die Differenz zwischen dem Mittelwert des Quadrates der Ladung und dem Quadrat des Ladungsmittelwertes ($\bar{Z}^2 - \bar{z}^2$) beschreiben läßt. Er fällt besonders in salzfreien Polyelektrolytlösungen mit nur schwach geladenen Molekeln ins Gewicht, wie z. B. in salzfreien Proteinlösungen. Die Differenz $\bar{Z}^2 - \bar{z}^2$ läßt sich in den Fällen, wo seitens des Proteins nur Protonen gebunden werden, aus der Steigung der Titrationskurve ermitteln, weitere Bestimmungsmöglichkeiten werden diskutiert.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

4. Kolloide Systeme

a) Dispersionen

Gärtner, K. u. K. Efer (Physik.-Chem. Inst. der Karl-Marx-Univ. Leipzig). **Zum Flockungsverhalten makromolekularer Polyelektrolyte. 1. Mitt.: Die Flockungswirkung von Polystyrolsulfonat gegenüber Eisenhydroxydsolen.** (Makromol. Chem. 36, 133–139, 1960.)

Der für die Flockung mit einem polyfunktionalen Polyelektrolyten verantwortliche Vorgang wird heute allgemein als ein Adsorptionsvorgang angesehen. Dabei wird das Polyelektrolytmolekül an der Oberfläche des suspendierten Feststoffes oder des Kolloids adsorbiert und setzt das elektrokinetische Potential des Kolloids herab. Die nunmehr einsetzende Kohäsion der einzelnen Teilchen veranlaßt die auch makroskopisch zu beobachtende Aggregation. Außerdem können die Polymermoleküle gleichzeitig an mehreren Partikeln adsorbiert werden und sind so direkt verantwortlich für die Bindung zwischen den Teilchen.

Der Verlauf der Flockung erfolgt bei den Polymeren im Gegensatz zu den normalen Elektrolyten äußerst rasch. Außerdem bilden sich, was für die technische Anwendung wichtig ist, schnell große, gut filtrierbare Aggregate.

Die Flockungswirkung von Natriumpolystyrolsulfonat gegenüber Eisenhydroxydsol wurde mit Hilfe von Trübungsmessungen untersucht. Koagulation findet nur bei optimalen Konzentrationen an Koagulator statt; bei weiterer Erhöhung des Koagulatorzusatzes tritt eine Stabilisierung ein, die durch Vorstellungen über den Mechanismus der Flockung erklärt werden kann. Eine Abhängigkeit der Wirksamkeit vom Molekulargewicht des Polyelektrolyten kann nicht beobachtet werden.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Gärtner, K. u. H. Kühn (Physik.-Chem.-Inst. der Karl-Marx-Univ. Leipzig). **Zum Flockungsverhalten makromolekularer Polyelektrolyte. 2. Mitt.: Die Flockungseigenschaften linearpolymerer Anionenaustauscher gegenüber einem Arsensulfid-sol.** (Makromol. Chem. 36, 140–144, 1960.)

Viele technische Trüben sind durch negative Ladungen stabilisiert, so daß Polystyrolsulfon-

säuren oder ähnliche Verbindungen keine Flockenwirkung zeigen. In diesen Fällen ist die Verwendung von linearpolymeren Anionenaustauschern günstig, die auf der Basis von Polystyrol hergestellt werden. Polystyrol wird zunächst chlormethyliert, ausgefällt, in Dimethylformamid gelöst und mit einem Amin (Trimethylamin, Triäthylamin, Pyridin) umgesetzt. Der so gewonnene Anionenaustauscher wird als Koagulator gegenüber einem Arsensulfidol benutzt. Es werden Trübungsmessungen durchgeführt und daraus auf das Flockungsverhalten geschlossen. Für die Ausfällung des Sols gibt es eine optimale Koagulatorkonzentration; bei höheren Konzentrationen tritt eine Stabilisierung des Sols ein. Die Flockungswirkung ist abhängig vom absoluten Gehalt an dissoziationsfähigen Gruppen im Koagulator, jedoch nicht von dessen Molekulargewicht oder Beladungsdichte.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Shinnar, R. u. J. M. Church (Columbia Univ., New York, N. Y., USA). **Statistische Theorie der Turbulenz bei der Vorausberechnung der Partikelgrößenverteilung in gerührten Dispersionen.** (Ind. Engng. Chem. 52, 253–256, 1960.)

Die gegenwärtigen Methoden für die Vergrößerung gerührter Systeme von einer Versuchsanlage zur Großanlage bergen viele Probleme in sich.

Die älteren Methoden wenden für die Vergrößerung meist das empirische Prinzip des gleichen Energieeinsatzes pro Einheitsvolumen an, oder sie betreiben eine Dimensionsanalyse. Beides hat jedoch seine Grenzen. Für die erste Methode gibt es keine grundlegende Theorie, die irgendwelche Fehlschläge erklären könnte. Für eine Dimensionsanalyse braucht man aber eine Menge genauer Daten über einen weiten Bereich verschiedenster Bedingungen. Es wird nun eine neuentwickelte Näherungsrechnung zur Analyse der Dispersionen in Rühr tanks vorgelegt. Die statistische Theorie der lokalen Isotropie von Kolmogoroff wirft neues Licht auf dieses Problem. Sie verspricht eine ausgezeichnete theoretische Basis für die Beschreibung des Verhaltens der turbulenten Strömung wie auch für die Vorausberechnung der Teilchengrößenverteilung in bewegten Dispersionen.

E. Best (Frankfurt a. M.)

b) Emulsionen

Rajagopal, E. S. (Physics Dept., Indian Inst. of Sci., Bangalore, Indien). **Die Theorie der Dielektrizitätskonstante einer polydispersen Emulsion.** (J. Indian Inst. Sci. 40, Sect. A, 152–158, 1958.)

Die Verzerrung der Kugelform von in eine homogene Flüssigkeit eingebetteten dielektrischen Flüssigkeitströpfchen unter dem Einfluß eines homogenen elektrischen Feldes wurde theoretisch untersucht, wobei man fand, daß diese eine Abhängigkeit der statischen Dielektrizitätskonstante polydisperser Emulsionen von der Größe der dispergierten Teilchen bewirkt, und zwar macht sich der Einfluß der Verzerrung mit steigender Teilchengröße stärker bemerkbar. Die exakte Tropfenform im elektrischen Felde läßt sich nur durch eine höhere transzendente Kurve beschreiben.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

d) Assoziationskolloide

Miyamoto, S. (Dept. of Chem., Fac. of Sci., Kyushu-Univ., Hakozaki, Fukuoka, Japan). **Der Einfluß von Metallionen auf chemische Grenzflächenerscheinungen. 3. Mitt.: Löslichkeit ver-**

schiedener Metall-Dodecylsulfate in Wasser. (Bull. Chem. Soc. Japan 33, 371–375, 1960.)

Ca-, Sr-, Ba-, Pb-, Mn-, Mg-, Co- und Cu-Dodecylsulfat wurden synthetisiert und die Löslichkeit dieser Metall-Dodecylsulfate bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Dabei zeigte es sich, daß diese Metall-Dodecylsulfate mit Ausnahme des Bariumsalzes die bereits bekannten *Krafft*-Punkte besitzen.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Miyamoto, S. (Dept. of Chem., Fac. of Sci., Kyushu-Univ., Hakozaki, Fukuoka, Japan). **Der Einfluß von Metallionen auf chemische Grenzflächenerscheinungen. 4. Mitt.: Messung der Oberflächenspannung von wäßrigen Lösungen von Metall-Dodecylsulfaten.** (Bull. Chem. Soc. Japan 33, 375–379, 1960.)

Die Oberflächenspannung von wäßrigen Lösungen von verschiedenen Metall-Dodecylsulfaten mit zweiwertigen Kationen wurde bei verschiedenen Temperaturen mittels eines *Du Nouy*-Tensiometers bestimmt. Dabei fand man, daß die Werte für die Oberflächenspannung mit steigender Konzentration bis zum Werte für die kritische Konzentration der Micellenbildung (in allen Fällen nahezu gleich, nämlich $\sim 10^{-3}$ Mol/l abnehmen. Es zeigte sich, daß die Werte für die kritische Konzentration der Micellenbildung für diese Metall-Dodecylsulfate mit zweiwertigen Kationen praktisch unabhängig von der Temperatur und der Art der Kationen sind. Man fand, daß die unter Verwendung von Pinaeyanolchlorid und Rhodamin 6G durchgeführten Bestimmungen der kritischen Konzentration der Micellenbildung für diese Metall-Dodecylsulfate mittels der Methode der Farbstofftitration mit den Werten weitgehend übereinstimmen, die sich aus Oberflächenspannungsmessungen ergeben.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

e) Gele

Watanabe, T. (Lab. of Biophys. Chem., Coll. of Agricult., Univ. of Osaka, Prefecture, Sakai, Osaka, Japan). **Untersuchungen über Thixotropie. 8. Mitt.: Über den Prozeß der thixotropen Gelbildung.** (Bull. Chem. Soc. Japan 33, 347–352, 1960.)

Man fand, daß in einem System, in dem die Form der dispergierten Teilchen platten- oder stäbchenartig ist, die thixotrope Gelbildung im allgemeinen in zwei Schritten abläuft. Während des ersten Schrittes bildet sich eine lockere Gelstruktur aus, während des zweiten dann das starre Gel. Für Bentonit fand man als wesentliche Struktureinheit des ersten Schrittes ein vernetztes Gebilde, während beim zweiten Schritt ein lineares Band zu beobachten war. Im Falle des Vanadinpentoxyds lag bei beiden Schritten Vernetzung vor.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

5. Makromolekulare Systeme

a) Natürliche Makromoleküle (Proteine, Kohlehydrate, Nukleinsäuren, Kautschuk)

Franěk, F. (Res. Inst. of Food Technol., Praha, CSR.) **Denaturierung von Sojabohnen-Proteinen durch feuchte Wärme.** (J. Sci. Ind. Res. [New Delhi] Sect. C 17, 75–80, 1958.)

Sojabohnenmehl wurde im Autoklaven 5 bis 60 min mit überhitztem Wasserdampf von 100 bis 130° behandelt. Nach Entfetten mit Äther wurde die Löslichkeit der in den Proben enthaltenen

Proteine in Phosphatpuffer ($p_H = 6,8$, Ionenstärke 0,5 bei 25°) und 0,2 n. NaOH, ferner die Gehalte an Trypsin-Inhibitor, Urease, Soyin und Methionin, sowie das Mengenverhältnis zwischen basischen und neutralen Aminosäuren bestimmt. Ein mathematischer Ausdruck für die Beziehung zwischen Erhitzungsdauer und Löslichkeit der Proteine wurde abgeleitet. Die durch die Wärmeeinwirkung bewirkte Inaktivierung von Trypsin-Inhibitor, Urease und Soyin erfolgte stets sehr rasch. Zur Erklärung der Löslichkeitsänderungen wird angenommen, daß die in neutralem Puffer löslichen nativen Proteine zunächst denaturiert werden (sind dann nur noch in Alkalien löslich) und anschließend mit Kohlenhydraten zu unlöslichen Proteinformen weiterreagieren. Bei Temperaturen bis 100° soll der erste Reaktionsschritt dominieren, bei höheren Temperaturen der zweite.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Fraser, R. D. B. u. T. B. Mac Rae (Div. of Protein Chem., Wool Res. Labs., C.S.I.R.O., Parkville (Melbourne) Victoria, Australien). **Die molekulare Organisation in Feder-Keratin.** (J. Mol. Biol. 1, 387–397, 1959.)

Die molekulare Organisation im Faserprotein-Feder-Keratin wurde durch Untersuchung des Einflusses einer Reaktion mit schweren Atomen und verschiedenen Quellmitteln auf die Röntgenstrahlen-Beugungsdiagramme verfolgt. Betrachtliche Veränderungen in den Intensitäten der Kleinwinkel-Reflexionen wurden nach Niederschlag von Silber, Quecksilber und Osmium in der Struktur beobachtet. Die Folgerungen hieraus werden hinsichtlich der Organisation der Polypeptidketten beim Übergang in Blattstrukturen diskutiert. Außerdem wurden Röntgendiagramme von Filmen aufgenommen, die man aus wäßrigen Dispersionen von reduziertem und oxydiertem Federkeratin erhielt. Diese zeigen spontane Orientierung und außerdem viele der Beugungseigenschaften des ursprünglichen Materials. Ein heuristisches Modell auf der Voraussetzung einer orthogonales Elementarzelle der Dimensionen $34 \times 95 \times 4,7 \text{ Å}^3$, die ein Teilchen vom Molekulargewicht ca. 10000 enthält, wird vorgeschlagen, das den hauptsächlichsten Charakteristiken des Kleinwinkel-Beugungsdiagramms gerecht wird.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Friesen, B. S. u. R. L. Sinsheimer (Div. of Biol., California Inst. of Technol., Pasadena, Cal., USA). **Analyse der infektiösen Nucleinsäure des Tabakmosaikvirus in der Ultrazentrifuge.** (J. Mol. Biol. 1, 371–378, 1959.)

Das infektiöse Prinzip der Ribonucleinsäure (RNS) aus Tabakmosaikvirus (TMV) (Isolierung mit Duponol C oder mit Wasser gesättigtem Phenol) hat eine Sedimentationskonstante von 19,6 Svedberg-Einheiten bei 5° in 0,02 molarem Phosphatpuffer von $p_H = 7,3$, was einem S_{20} -Wert von 30 entspricht. In frischen Proben von RNS hat die Hauptmenge des Materials diese Sedimentationsgeschwindigkeit. Der Gewichts-durchschnittswert des Molekulargewichts solcher Proben beträgt 2×10^6 nach Lichtstreuungsmessungen. Die Sedimentationsgeschwindigkeit des infektiösen Prinzips bleibt auch in solchen Proben die gleiche, die bei Raumtemperatur in verschiedene Fraktionen von gewisser Restaktivität abgebaut wurden, obwohl hier die Hauptmenge des Materials mit wesentlich geringerer Geschwindig-

keit sedimentiert. Man schließt daraus, daß die kleineren Komponenten keine nachweisbare Menge an Infektivität besitzen.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Gupta, V. D. (Physics Dept., Univ. Allahabad, Indien). **Röntgenographische Untersuchung des α - β -Übergangs im Keratin.** (Indian J. Physics Proc. Indian Assoc. Cultivat. Sci. 32/42, 42–44, 1958.)

Ein Maß für den Ordnungsgrad beim Übergang zwischen der α - und β -Keratinstruktur wird definiert, das unabhängig von den durch die Exposition bedingten Faktoren ist. Bei seiner experimentellen Bestimmung an drei verschiedenen Proben von Menschenhaar (schwarz, blond und weiß) bei Streckung und Superkontraktion fand man bis zu einer Streckung der Fasern um 60% ziemlich starken, exponentiell verlaufenden Anstieg des Ordnungsgrades, der bei weiterer Dehnung jedoch nur noch schwach zunahm. Dabei verhielt sich blondes Haar ähnlich dem schwarzen. Das abweichende Verhalten des weißen Haares wird hauptsächlich auf die Pigmentänderung und Gegenwart von Luftbläschen als Folge des Stoffwechselablaufs zurückgeführt. Mit $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ behandelte Haare ergaben keine Faserdiagramme, da in diesen Fällen eine Kontraktion eintrat, weil durch Komplexbildung von adsorbierten Cu-Ionen mit geeigneten Gruppen der Keratinkette eine zusätzliche Faltung erfolgt.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Hall, C. E. u. H. S. Slayter (Dept. of Biol., Massachusetts Inst. of Technol., Cambridge, Mass., USA). **Elektronenmikroskopie der Ribonucleoprotein-Teilchen aus E. coli.** (J. Mol. Biol. 1, 329 bis 332, 1959.)

Vier Arten von Ribonucleoproteinteilchen aus E. coli, die durch die Sedimentationskonstanten 30, 50, 70 und 100 S charakterisiert sind, wurden elektronenmikroskopisch beobachtet und vermessen. Die 30 und 50 S-Teilchen entstehen wahrscheinlich durch Spaltung der 70 S-Teilchen, während die 100 S-Teilchen aus Dimeren von 70 S-Teilchen bestehen, die sich bei hohen Konzentrationen von Magnesiumionen bilden. Im getrockneten und für die elektronenmikroskopische Untersuchung vorbereiteten Zustand sind die 30 S-Teilchen asymmetrisch und bilden ein gestrecktes Ellipsoid der Dimensionen $98 \times 170 \text{ Å}$. Die 50 S-Teilchen sind ziemlich kugelförmig und lassen sich durch ein gestrecktes Ellipsoid von $170 \times 140 \text{ Å}$ charakterisieren. Die aus diesen Dimensionen berechneten Volumen stimmen ausgezeichnet mit denjenigen Werten überein, die sich aus physikalisch-chemischen Daten ergeben. Die 70 S-Teilchen zeigen eine undefinierte Unterstruktur und lassen sich nicht gut als Ellipsoide angeben, jedoch wurden ihr Durchmesser und ihre Höhe zu etwa 200 bzw. 170 Å bestimmt. Durch diese Ergebnisse werden die physikalisch-chemischen Untersuchungen von Tissières bestätigt und ergänzt.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Hamdy, M. K., E. Gardner, Q. van Winkle u. G. L. Stahly (Dept. of Bacteriol. and Chem., The Ohio State Univ., Columbus, O., USA). **Beziehungen zwischen Lichtstreuung, Viskositäts- und Goldzahl für einige Dextransfraktionen.** (Ohio J. Sci. 58, 177–181, 1958.)

An 20 verschiedenen Fraktionen und Unterfraktionen, die durch Abbau mittels Säure, Enzymen

oder Ultraschall aus durch Kulturen von *Leucostoc mesenteroides* B-512 und 683 produzierten hochmolekularen Dextranen gewonnen waren, wurden Molekulargewichtsbestimmungen mittels Lichtstreuungsmessungen durchgeführt. Daraus und aus Bestimmungen der intrinsisch-Viskosität (η) fand man folgende lineare Beziehung zwischen dem Gewichts-durchschnittswert des Molekulargewichts (M) und $[\eta]$: $M = 1.42 \cdot 10^6 \cdot [\eta]^2$, der für M -Werte im Bereiche 20000 bis 180000 gilt. Abweichungen hiervon ergaben sich nur bei den mit Ultraschall depolymerisierten Proben, was man darauf zurückführt, daß in diesem Falle die Spaltung der Makromolekeln ohne vorherige Kettenentfaltung und nicht an den glykosidischen Bindungen erfolgt. Die Schutzkolloidwirkung wurde über die Goldzahl an 60 Dextran-Fractionen neben deren $[\eta]$ -Werten bestimmt, wobei keine enge Beziehung zwischen der Goldzahlwerten und dem Molekulargewicht oder dem Polydispersitätsgrad zu erkennen war.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Ikeda, S. u. T. Isemura (Fac. of Sci., u. Inst. for Protein Res., Univ., Osaka, Japan). **Die Bedeutung der Prolylreste in monomolekularen Schichten von Polypeptiden. 3. Mitt.: Oberflächenfilme von Gelatine.** (Bull. Chem. Soc. Japan **33**, 137–140, 1960.)

Oberflächenfilme von Gelatine, die besonders reich an L-Prolyl- und L-Hydroxyprolyl-Resten ist, wurden auf salzfreien und auf 1-mol. KCl-Lösungen bei 3 verschiedenen p_H -Werten durch Messung von Oberflächendruck, -potential und Viskosität geprüft. Dabei ergab sich, daß sie sich unvollständig ausbreiten, jedoch zu den gedehnten Typen gehören. Die unvollständige Ausbreitung und die anderen Eigenschaften der Filme werden als Beweis für die spezifische Konfiguration der Gelatine in den Filmen betrachtet. Die Dehnungsnatur der Filme wird auf die Rolle der Prolylreste in der Gelatine zurückgeführt, wie sie auch in Polypeptiden beobachtet wird. Das Ausmaß der Dehnung der Filme stützt offensichtlich die Ergebnisse der chemischen Analyse, nach der Gelatine aus einer großen Menge von L-Prolyl-L-Hydroxyprolyl-Bindungen besteht. Das Verhalten der Gelatinefilme ließ sich befriedigend klären durch die Annahme, daß die Teile der cis-L-Prolyl-L-Hydroxyprolyl-Bindung den Film bilden und die Teile der trans-Bindung sich in der wäßrigen Subphase lösen.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Meloun, B., J. Vanžček, Z. Prusik, B. Keil u. F. Šorm (Dept. of Biochem., Inst. of Chem., Czech.-Slov. Acad. of Sci., Praha, ČSR.) **Über Proteine. 57. Mitt.: Die aus dem Trypsin-Hydrolysat von oxydiertem Chymotrypsin isolierten Peptide.** (Coll. Czech.-Slov. Chem. Commun. **25**, 571–578, 1960.)

Aus dem Trypsin-Hydrolysat von oxydiertem Chymotrypsin wurden durch Kombination von Ionenaustauscher-Chromatographie, Hochspannungselektrophorese und Papierchromatographie elf Peptide isoliert. Acht dieser Peptide trugen Carboxyl-Endgruppen mit Lysin, zwei Carboxyl-Endgruppen mit Arginin.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Pautard, F. G. E. u. P. T. Speakman (Dept. of Biomol. Structure and Dept. of Text. Ind., Univ., Leeds, Großbritannien). **Reversible Superkontraktion von β -Keratose.** (Nature **185**, 176–177, 1960.)

Die bei kombinierter Behandlung von Merino- und Lincolnwolle sowie Menschen- und Pferdehaar mit Peressigsäure (Superkontraktion) und Ammoniak (Dehnung der Faser bei Austritt der α - und γ -Keratosen) zurückgebliebenen β -Keratose-Fasern, die noch etwa 10% des ursprünglichen Proteingehaltes aufwiesen, erfuhren erneute Kontraktion, wenn sie (untersucht bei 30° u. 60°) aus alkalischen in saure Lösungen gebracht wurden. Dieser Prozeß erwies sich als reversibel und zeigte keine Hysterese. Die einzelnen Stufen der Strukturumwandlung der Fasern ließen sich röntgenographisch verfolgen, dagegen blieben die Diagramme von aus NH_3 -Lösung isolierten dünnen Filmen von α -Keratose bei Variation des p_H -Wertes unverändert.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Pearson, G. P. u. W. R. Moore (Polymer Res. Labs., Dept. of Chemical Technol., Bradford Inst. of Technol., Bradford, Großbritannien). **Der Einfluß des Substitutionsgrades auf einige Viskositätsparameter für Cellulosenitrat.** (Polymer **1**, 144–150, 1960.)

Ein Cellulosenitrat mit einem Stickstoffgehalt von 12,5% wurde fraktioniert und dann jede einzelne Fraktion erneut aufnitriert bis zu einem Stickstoffgehalt von etwa 13,8%. Der Zahlenmittelwert des Molekulargewichts wurde für jede Fraktion vor und nach der Aufnitrierung bestimmt. Es zeigte sich, daß während oder nach der Aufnitrierung ein beträchtlicher Abbau eintrat. In einer Reihe von Lösungsmitteln wurden die Viskositätszahlen der Fraktionen bestimmt. Man fand einen deutlichen Anstieg der Viskositätszahlen nach der Aufnitrierung. Der Wert von K im Ausdruck $[\eta] = KM^a$ wurde nach der Aufnitrierung geringer, der Exponent a jedoch größer. Die Anwendung der hydrodynamischen Theorien läßt vermuten, daß der erhöhte Substitutionsgrad von einer Zunahme der Kettensteifheit begleitet ist.

E. Uhlein (Frankfurt a. M.)

Pfeifer, V. F., V. E. Sohns, H. F. Conway, E. B. Lancaster, S. Dabic u. E. L. Griffin jr. (Northern Regional Res. Lab., U.S. Dept. of Agriculture, Peoria, Ill., USA). **Ein Zweistufenprozeß für die Herstellung von Dialdehyd-Stärke bei elektrolytischer Regeneration der Perjodsäure.** (Ind. Engng. Chem. **52**, 201–206, 1960.)

In einem Zweistufenprozeß für die Herstellung von Dialdehyd-Stärke wird Jodsäure in wäßriger Lösung in einer elektrolytischen Zelle zu Perjodsäure oxydiert, diese oxydiert dann die Stärke in einem gesonderten Gefäß. Die in die Stärkeoxydation eingehenden Variablen werden untersucht, so z. B. die Reinheit der Perjodsäure, der p_H -Wert der Lösung und die Reaktionstemperatur, die Konzentration der Reaktionspartner sowie die Rückführung und Reinigung der Jodsäure für die Regeneration zu Perjodsäure und den erneuten Einsatz. Es werden zufriedenstellende Reaktionsbedingungen für eine Versuchsanlage bestimmt.

Die in der Reaktion entstehende Jodsäure wird zu einem so großen Teil zurückgewonnen, daß die Jodsäureverluste in Bezug auf die verarbeitete Stärke weniger als 1 Gew.-% betragen. Eine Kostenberechnung für eine Anlage zur Herstellung hochprozentiger Dialdehyd-Stärke mit guter Alkalilöslichkeit zeigt, daß dieses Produkt wirtschaftlich erzeugt werden kann.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Ressler, N. (Dept. of Med., Wayne County General Hosp., Eloise, Mich., USA). **Weit-Ultraviolett-Direktphotometrie, angewandt auf Elektrophorese von Nucleinsäuren.** (Naturwiss. 47, 228 bis 229, 1960.)

Papierelektrophoretische Versuche an Ribonucleinsäure und γ -Globulin bei 260 bzw. 200 m μ .
H. H. Pfeiffer (Bremen)

Rohrlich, M. u. W. B. T. Schulz (Bundesforsch.-Anst. f. Getreideverarbeitung, Berlin). **Untersuchungen über den Verlauf des enzymatischen Abbaus der Weizenmehlproteine.** (Naturwiss. 47, 181, 1960.)

Versuche der säulenchromatographischen, nach enzymatischer Aufschließung vorgenommenen Auftrennung verschiedener Eiweißfraktionen des Weizens ergeben keine wesentlichen Unterschiede; durch die dann erfolgte Hydrolyse besonders auffälliger Fraktionen und Ninhydrinprobe werden zwei Peptide oder Gemische solcher identifiziert.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Sedláček, B. (Physikal.-chem. Abtl., chem. Inst., Tschechoslow. Akad. d. Wiss., Praha, ČSR). **Über die Interaktionen von Eiweißstoffen. 20. Mitt.: Unterbrochene Wärmedenaturierung des menschlichen Serumalbumins.** (Coll. Czech.-Slov. Chem. Commun. 25, 1008–1019, 1960.)

Mittels der Lichtstreuungsmethode wurde die unterbrochene Wärmedenaturierung von Human-Serumalbumin in Phosphatpuffer (Ionenstärke 0,2) im p_H -Bereich 6,7–7,2 untersucht. Bei 65° als Denaturierungstemperatur war die Aggregation nur gering, selbst bei sehr langem Erhitzen. Die höhere Denaturierungstemperatur (80°) und die Erhitzungsdauer wurden so gewählt, daß die den resultierenden Aggregationsgrad entsprechenden Größen im Gültigkeitsbereich der einfachen Lichtstreuungstheorie blieben; bei 80° war die Denaturierungszeit in der Regel 30 min. Es ließ sich zeigen, daß durch die wechselweise Kombination der beiden Erhitzungsperioden Perioden von verschiedener Temperatur der Denaturierung Informationen über die Inhibierungs- und Stimulierungsfaktoren der Aggregation erhalten werden können, die sich einer direkten Messung entziehen. Die meisten möglichen Kombinationen zwischen den beiden Perioden wurden untersucht. Dabei stellte es sich heraus, daß der Aggregationsgrad von der Reihenfolge der beiden Perioden abhängt: geht die von niedriger Temperatur der bei 80° ablaufenden voraus, so zeigt sie inhibierende Wirkung, während man im entgegengesetzten Falle eher einen stimulierenden Effekt beobachten kann. Diese Ergebnisse werden im Rahmen des Mechanismus der Wärmedenaturierung diskutiert.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Šponar, J. u. C. Loštický (Inst. f. Hämatol. u. Bluttransf., Praha, ČSR). **Über die Interaktionen von Eiweißstoffen. 18. Mitt.: Über das Verhalten von menschlichem Serumalbumin in Boratpufferlösungen.** (Coll. Czech.-Slov. Chem. Commun. 25, 159–164, 1960.)

Das Verhalten von Human-Serumalbumin wurde in Boratpufferlösungen von $p_H = 10,5$ mittels Bestimmung von Lichtstreuung, Diffusion, Viskosität, sowie durch Küvetten-Elektrophorese untersucht. Die durch die Lichtstreuungsmethode bzw. mit Hilfe der hydrodynamischen Methoden ermittelten Molekulargewichte zeigten, daß in diesem Medium keine reversible Aggregation erfolgen kann. Bei der

freien Elektrophorese wurden wenigstens 2 Fraktionen festgestellt, deren Wanderungsgeschwindigkeiten im Vergleich zu der von Albumin in Glykoll-NaCl-Puffer vom gleichen p_H -Wert auf die Komplexbildung zwischen dem Protein und Boratanionen hinweist. Der Zusammenhang zwischen Aggregation und Komplexbildung von Serumalbumin mit Borat wird auf der Basis der Meßergebnisse diskutiert.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Steinberg, D., M. Vaughan, C. B. Anfinsen u. J. Gorry (Natl. Heart Inst., Natl. Insts. of Health, Bethesda, Md., USA). **Herstellung von mit Tritium markierten Proteinen nach der Wilzbach-Methode.** (Science 126, 447–448, 1957.)

Entsprechend dem Verfahren der Wilzbach-Methode (J. Amer. chem. Soc. 79, 1013, 1957) wurde kristallisiertes Lysozym bei gewöhnlicher Temperatur 1,8 c Tritium von 0,39 at während 72 Stunden ausgesetzt, wonach seine spezifische enzymatische Aktivität um 10% abgesunken war. Bei der chromatographischen Analyse der in 0,2-mol. Phosphatpuffer von $p_H = 6$ in einer Konzentration von 4,5 mg/ml gelösten markierten Probe mit einer mit IRC-50 beschickten 0,9/20 cm-Kolonne trat nur eine deutliche Proteinfunktion auf, und zwar an der gleichen Stelle wie bei unmarkiertem Lysozym, doch war für diese die enzymatische Aktivität um 23% höher, die spezifische enzymatische Aktivität jedoch nur halb so groß als beim unfractionierten Präparat. Bei einer weiteren, in sehr geringem Anteil vorliegenden Fraktion fand man für die Proteinkomponente die gleichen Werte für spezifische enzymatische Aktivität und spezifische Radioaktivität wie für die Hauptfraktion.

Analog wurde kristallisierte Ribonuclease bei 25° durch 6,73 c Tritium während 48 Stunden markiert, wodurch die spezifische enzymatische Aktivität des Präparates um 18% zurückging. Die chromatographische Analyse in 0,2-mol. Phosphatpuffer von $p_H = 6,17$ an IRC-59 ermöglichte keine Trennung der abgebauten enzymatisch inaktiven, jedoch stark radioaktiven von der dichtauf folgenden enzymatisch aktiven Fraktion.

Da der Anteil der mit Tritium markierten Enzymmolekeln in jedem Falle sehr gering war, ließ sich nicht feststellen, ob diese enzymatisch aktiv oder irgendwie strukturell verändert waren.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Steinbuch, M., J. M. Fine u. A. Battistini (Centre Natl. de Transfusion Sanguine, Paris, Frankreich). **Immunoelktrophoretische Untersuchungen an einigen modifizierten Proteinen. 1. Mitt.: Human-Serumalbumin.** (Clin. chim. acta 5, 345 bis 358, 1960.)

Modifizierte Serumalbumine vom Menschen wurden mittels der Methoden der Zonelektrophorese auf Papier, Stäbchen und Agar-Agar, der Immunoelktrophorese und der Diffusion in Agar-Agar untersucht. Die verwendeten Proteine waren durch Modifizieren von Human-Serumalbumin durch Desaminierung, Acetylierung, Carboxymethylierung, Behandlung mit Phthalsäureanhydrid, Ninhydrin, durch Tosylierung, Phosphorylierung, Einwirkung von Formaldehyd, Oxydation mit Perameisensäure, Nitrierung, Methylierung, Wärmedenaturierung oder durch Behandlung mit Harnstoff oder Guanidin gewonnen. Blockierung der Aminogruppen oder diese in Kombination mit der Einführung neuer Carboxylgruppen führte zur

Erhöhung der elektrophoretischen Beweglichkeit bei $p_H = 8,6$ und zu einer Abnahme der Affinität zu den gewöhnlichen sauren Farbstoffen. Die immunologische Reaktivität gegen Pferde- oder Kaninchen-Anti-Humansen wurde durch die Blockierung der freien Aminogruppen nicht beeinträchtigt. Durch Blockieren der freien Carboxylgruppen des Albumins trat eine Veränderung der elektrophoretischen Beweglichkeit ein. Veresterung der Carboxylgruppen unterdrückte die immunologische Aktivität proportional dem Grade der Veresterung. Nach Oxydation der S-S-Gruppen in Human-Serumalbumin verschwand die immunologische Reaktivität.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Štokrová, S., P. Bartl u. J. Šponar (Physikal.-chem. Abtl., chem. Inst., Tschechoslowakische Akad. d. Wiss., Praha, CSR). **Über Interaktionen von Eiweißstoffen. 21. Mitt.: Charakterisierung der Komponenten des wärmedenaturierten menschlichen Serumalbumins.** (Coll. Czech.-Slov. Chem. Commun. 25, 1258–1265, 1960.)

Das elektrophoretische Verhalten des wärmedenaturierten Human-Serumalbumins wurde in Abhängigkeit von p_H -Wert und Erwärmungsdauer untersucht. Zwischen den p_H -Werten 5 und 7 erfolgt eine Auftrennung des denaturierten Albumins in zwei Komponenten, deren gegenseitiges Mengenverhältnis stark p_H -abhängig ist. Der Gehalt an der elektrophoretisch langsamer wandernden Komponente steigt bei konstantem p_H -Wert in Abhängigkeit von der Erwärmungsdauer. Durch präparative Elektrophorese ließen sich die beiden Komponenten trennen. Diese wurden im Elektronenmikroskop und mittels Sedimentationsanalyse untersucht. Ein Reaktionsmechanismus für die Denaturierung des Serumalbumins wird diskutiert, nach welchem in der Lösung des erwärmten Proteins fünf Typen von Teilchen vorliegen sollen.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Themann, H. (Abt. f. med. Elektronenmikrosk. d. Univ. Münster/Westf.). **Elektronenmikroskopische Darstellung von Glykogen.** (Naturwiss. 47, 155, 1960.)

Da die Substanz mit Osmiumsäure nicht reagiert und die Gefrierfixation Schwierigkeiten macht, wird eine neue Technik empfohlen, durch welche das Leberglykogen der Maus in 80–100 Å großen Granula dargestellt wird, welche sich kugelförmig zu 500–800 Å großen Körpern zusammenlegen und innen eine homogene Grundsubstanz zeigen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

b) Synthetische Makromoleküle

Alter, H. (Union Carbide Plastics Co., Bound Brook, N. J. USA). **Metall-katalysierte Oxydation von Polyäthylen.** (Ind. Engng. Chem. 52, 121–124, 1960.)

Bestimmte Metallverbindungen können die Oxydation und den Kettenabbruch von Polyäthylen zu Produkten niederen Molekulargewichtes katalysieren. Wenn man Polyäthylen in Gegenwart solcher Metalle oder Metallverbindungen (in erster Linie Fe, Cr, Mn und Co) mit Sauerstoff oder Ozon reagieren läßt, so werden Polyole, Säuren und Ester, einige davon wasserlöslich, mit niedrigerem Molekulargewicht erhalten. Die Produkte haben die Konsistenz eines weichen, sauerstoffhaltigen Wachses. Es wird ein Infrarot-Nachweis vorgelegt, um die Art der erhaltenen Produkte zu

zeigen und die verschiedenen Angriffsarten der einzelnen Katalysatoren zu illustrieren. Gearbeitet wird stets bei Temperaturen unterhalb 100°, bei Temperaturen über 80° scheinen Vernetzungen einerseits und weitgehende Oxydationen andererseits vorzuherrschen. Hochverzweigte und ungesättigte Polymere werden am leichtesten angegriffen. Die vorgelegten Beobachtungen und die hieraus geschlossenen Mechanismen erklären die Unbrauchbarkeit mancher Pigmente für Polyolefine und lassen vermuten, daß Polyäthylen ein mögliches Ausgangsmaterial für die Produktion der verschiedensten Chemikalien sein kann.

E. Best (Frankfurt a. M.)

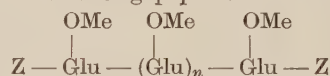
Čefelín, P., M. Chmelař u. O. Wichterle (Inst. f. makromol. Chem., Tschechoslow. Akad. d. Wiss., Praha, u. Inst. f. Plaste, T. H. f. Chemie, Praha, CSR). **Über die Kristallisation von Poly-6-Caprolactam.** (Coll. Czech.-Slov. Chem. Commun. 25, 1267–1274, 1960.)

Für Poly-6-Caprolactam wurden mittels der dilatometrischen Methode die Umwandlungstemperatur 2. Ordnung sowie die Abhängigkeit des Anteils der kristallinen Form von Temperatur und Zeit festgestellt.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Goodman, M. u. E. E. Schmitt (Dept. of Chem., Polytechnic Inst. of Brooklyn, N. Y., USA). **Strukturelle Übergänge bei Polypeptiden.** (J. Amer. chem. Soc. 81, 5507–5508, 1959.)

Optisch aktive Oligopeptide der Form



wurden synthetisiert. Z bedeutet die Carbobenzyloxygruppe, n variiert zwischen Null und 7. Die spezifischen Drehwerte dieser Verbindungen werden in Dichloressigsäure und in Dioxan bestimmt. In Dichloressigsäure sind die Drehwerte negativ und sinken mit steigender Gliederzahl kontinuierlich. Wird Dioxan als Lösungsmittel benutzt, so tritt anomales Verhalten ein. Beim Di-, Tri- und Tetrapeptid wird gleichfalls ein langsames Absinken der negativen Drehwerte gemessen; beim Pentamer steigt jedoch der Drehwert plötzlich zu einem positiven Wert an und wird mit steigender Gliederzahl größer.

Positive Drehwerte von hochmolekularen Glutaminsäureestern können durch Bildung von Helix-Formen oder durch Bildung von assoziierten β -Formen gedeutet werden.

Im vorliegenden Fall kommt noch hinzu, daß die optische Aktivität des Di-, Tri- und Tetrapeptids völlig unabhängig von der Konzentration ist, das Penta- und Hexapeptid jedoch eine starke Konzentrationsabhängigkeit des spezifischen Drehvermögens zeigen.

Durch Erhitzen der Oligomeren in einem Lösungsmittel, welches Wasserstoffbrückenbindungen aufspaltet, wird eine 2. feste Form des Peptids erhalten. Diese Umwandlung ist umkehrbar. Daraus wird der Schluß gezogen, daß die positiven Drehwerte auf intramolekulare Wasserstoffbrückenbindungen zurückzuführen sind, die sich bei den niederen Oligomeren noch nicht ausbilden können.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Grant, D. H. u. N. Grassie (Chem. Dept., Univ., Glasgow, Scotland, Großbritannien). **Die thermische Zersetzung von Polymethacrylsäure.** (Polymer 1, 125–133, 1960.)

Bei der thermischen Zersetzung von Polymethacrylsäure treten bei 200° zwei getrennte Reaktionen auf. Die unbedeutendere davon ist eine Depolymerisation, wodurch das Monomer in geringer Ausbeute entsteht. Die Hauptreaktion ist die Bildung eines Anhydrids durch Wasseraustritt zwischen Paaren von Carboxylgruppen. Die Struktur dieses Anhydrids wurde hauptsächlich durch Infrarot-Spektroskopie eingehend untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß das restliche Abbauprodukt vorwiegend aus miteinander verknüpften sechsgliedrigen Anhydridringen besteht, wobei gelegentlich auch Verzweigungen beobachtet werden, wodurch wiederum die Kopf-Schwanz-Struktur für die Polymethacrylsäure bestätigt wird. Wegen der auftretenden Diffusionseffekte sind Messungen der Reaktionsgeschwindigkeit ziemlich schwierig. Ein Wert von 37 ± 3 kcal/Mol wurde für die Aktivierungsenergie ermittelt.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Imahori, K. (Dept. of Chem., Coll. of General Educ., Univ. of Tokyo, Japan). u. J. Tanaka. **UV-Absorptionsspektren von Poly-L-Glutaminsäure** (J. Mol. Biol. 1, 359–364, 1959.)

Die UV-Absorptionsspektren von Poly-L-Glutaminsäure-Lösungen wurden bei verschiedenen pH-Werten aufgenommen. Daraus erkannte man, daß die optische Dichte der Peptidabsorption steigt, wenn das Molekül von der Helixform zu der des statistischen Knäuel übergeht, selbst wenn man den Einfluß von Streuung und Ionisation der Carboxylgruppen der Seitenketten mit in Betracht zieht. Somit wird es möglich, den Anteil der Helixkonfiguration eines Proteinmolekels aus seiner UV-Absorption zu bestimmen. Im Gegensatz zu den Voraussagen von Moffitt u. Evans konnte keine Aufspaltung bzw. Verbreiterung der Peptidabsorptionsbande der Helixform aufgefunden werden.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Keller, A. u. A. O'Connor (H. H. Wills Physics Lab., Univ., Bristol, Großbritannien). **Untersuchung der Beziehung zwischen Kettenfaltung und Kettenlänge in Polyäthylen**. (Polymer 1, 163 bis 168, 1960.)

Nach einigen orientierenden Experimenten über die Produkte des thermischen Abbaues wurden Fraktionen von Polyäthylen durch Lösungsmittel-extraktion erhalten. Die großen Periodizitäten und die Schmelzpunkte dieser aus der Lösung kristallisierten Fraktionen wurden gemessen und die Molekulargewichte einiger von ihnen bestimmt. Aus den Ergebnissen schloß man, daß die Molekeln in allen Fällen gefaltet sein mußten außer in der niedrigsten Fraktion. Man fand, daß die Faltungslänge unabhängig von der Länge der Molekeln war. Im Falle der niedrigsten Fraktion deuteten alle Messungen darauf hin, daß die Ketten ziemlich gerade sind, wie im Falle der reinen Paraffine. Dieses Ergebnis scheint für eine Analogie zwischen der Kristallisation der Paraffine und der Polyäthylene zu sprechen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß diese gute Übereinstimmung verschiedener Daten überraschend ist in Anbetracht der notwendigerweise vorliegenden Inhomogenität der Fraktion selbst.

E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Miller, A. A. (Res. Lab., General Electric Co., Schenectady, N. Y., USA). **Strahlenchemie beim Polyvinylchlorid**. (J. Physic. Chem. 63, 1755–1759, 1959.)

Polyvinylchlorid der Struktur $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$ wurde mit Elektronen hoher Energie bestrahlt. Die Bestrahlungen wurden in einer Zelle aus rostfreiem Stahl durchgeführt; das entwickelte Salzsäuregas manometrisch bestimmt. Die Quantenausbeuten, bezogen auf die Entwicklung von Salzsäure, wurden in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt. Veränderungen, die an den Proben nach der Bestrahlung auftreten, wurden durch Elektronenresonanzmessungen in Abhängigkeit von der Zeit verfolgt. Diese Untersuchungen wurden sowohl im Vakuum als auch in Gegenwart von Sauerstoff durchgeführt.

Die nach der Bestrahlung auftretenden Veränderungen wurden auch qualitativ auf Grund der Farbänderung der Proben bestimmt. Vernetzungsversuche wurden durch Beimischen eines tetrafunktionalen Monomeren und anschließende Bestrahlung durchgeführt.

Der Reaktionsmechanismus wird diskutiert. Er verläuft über freie Radikale. Die Strahlungsausbeute (bezogen auf Salzsäureentwicklung) wird größer mit steigender Temperatur.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Natta G., P. Corradini u. I. W. Bassi (Ist. di Chimica Industriale del Politecnico, Milano, Italien). **Kettenstruktur von isotaktischem Polyvinylcyclohexan**. (Makromol. Chem. 33, 247–248, 1959.)

Isotaktisches Polyvinylcyclohexan wird hergestellt aus Vinylcyclohexan mittels eines der üblichen Katalysatoren, die zur isotaktischen Polymerisation von Styrol oder substituiertem Styrol benutzt werden. Die isotaktische Struktur des so gewonnenen Polymerisats wird dadurch bestätigt, daß es das gleiche Röntgenstreu-Diagramm zeigt wie eine Substanz, die durch Wasserstoffanlagerung aus isotaktischem Polystyrol oder durch Enthalogenisierung und Wasserstoffanlagerung aus isotaktischem Chlorstyrol gewonnen wurde.

Obwohl kristallisierte Polymere mit einer Identitätsperiode zwischen 6,4 und 6,7 Å die Struktur einer dreifachen Helix haben, kristallisiert das isotaktische Polyvinylcyclohexan in einer vierfachen Helix, obwohl es eine Identitätsperiode von 6,5 Å besitzt.

Aus dem Röntgendiagramm wird die gesamte Struktur ermittelt. Jede rechtsgerichtete Helix ist von vier antiklinierenden linksgerichteten Helixketten umgeben und umgekehrt. Eine Skizze verdeutlicht die Strukturhypothese.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Scholtan, W. (Physik.-Chem. Lab. der Farbenfabriken Bayer A. G., Wuppertal-Elberfeld.) **Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung von Polyvinylpyrrolidon mit kleinem und großem Molekulargewicht und von Albumin in der Ultrazentrifuge**. (Makromol. Chem. 36, 162–177, 1960.)

Es wird über die Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung von PVP mit sehr kleinem und sehr großem mittleren Molekulargewicht in der Geschwindigkeits-Ultrazentrifuge berichtet. Diese kann aus den Ultrazentrifugenaufnahmen nach Philpot-Svensson nach einem von Erikson angegebenen, aber für niedermolekulare und hochmolekulare Stoffe modifizierten Verfahren berechnet werden. Für die hochmolekularen Produkte, bei denen die Diffusion gegenüber der Sedimentation zu vernachlässigen ist, ergibt sich eine einfache Auswertmethode. Bei niedermolekularen Produkten muß die Sedimentationsanalyse in der

Unterschichtungszelle vorgenommen werden. Die scheinbaren Sedimentationskoeffizienten der einzelnen Molekelklassen und ihre zeitliche Veränderung werden aus der zeitlichen Veränderung des Konzentrationsverlaufes in der Ultrazentrifuge berechnet.

Die Verteilung der Sedimentationskonstanten wird aus der Verteilung der bei verschiedener Konzentration bestimmten Sedimentationskoeffizienten der einzelnen Molekülklassen durch Extrapolation auf die Konzentration Null ermittelt. Legt man die zwischen dem Molekulargewicht und den Sedimentationskonstanten geltende Beziehung zugrunde, so kann aus der Verteilung der Sedimentationskonstanten die Molekulargewichtsverteilung berechnet werden.

Auf Grund der experimentell bestimmten Konzentrationsabhängigkeit der einzelnen Molekülklassen kann für PVP mit einem mittleren Molekulargewicht von 11 000–28 000 die Molekulargewichtsverteilung aus einem einzigen bei normaler Temperatur durchgeführten Ultrazentrifugenversuch ermittelt werden.

Bei der Anwendung dieser Methode auf elektrophoretisch abgetrenntes menschliches Albumin wird gefunden, daß dieser Eiweißkörper nicht einheitlich ist, sondern eine Molekulargewichtsverteilung aufweist. *P. Kirchner* (Berlin-Dahlem)

Thomas, J. R. (California Res. Co., Richmond, Cal., USA). **Abbau von Hochpolymeren in Lösung durch Schalleinwirkung.** (J. Physic. Chem. **63**, 1725–1729, 1959.)

Die Geschwindigkeit des Abbaus von Polymethylmethacrylat, Polyisobuten, Polyacrylmethacrylat und Polystyrol durch Beschallung in Lösung wurde gemessen. Die Polymeren wurden durch Blockpolymerisation mit Dibenzoylperoxyd gewonnen und fraktioniert. Zur Messung wurde den Polymerlösungen 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazin zugesetzt, das als Radikalfänger dient und so den Ablauf der Reaktion zu messen gestattet.

Die Autoren kommen zu folgenden Ergebnissen. 1. Bei konstanter Beschallung ist die Geschwindigkeit des Abbaus der Polymerkette direkt proportional dem Polymerisationsgrad. 2. Seitenketten beschleunigen die Abbaugeschwindigkeit. 3. Die bei den einzelnen Polymeren unterschiedliche Dissoziationsenergie der Kohlenstoff–Kohlenstoff-Bindung hat nur einen geringen Einfluß auf die Abbaugeschwindigkeit.

Der Abbau der Polymerbindung wird durch das Zusammenfallen kleiner, in der Flüssigkeit durch das Beschallen entstehender Hohlräume bewirkt, wobei große hydrodynamische Kräfte entstehen. Es wird ein einfaches Modell vorgeschlagen, welches die entstehenden Kräfte zu berechnen gestattet. Aus dem Modell ergibt sich eine Beziehung, die gut mit den experimentellen Ergebnissen übereinstimmt. *P. Kirchner* (Berlin-Dahlem)

Wijga, P. W. O., J. van Schooten u. J. Boerma (Shell Lab., Amsterdam, Niederlande). **Die Fraktionierung von Polypropylen.** (Makromol. Chem. **36**, 115–132, 1960.)

Polypropylen wurde nach zwei verschiedenen Verfahren in einer Kolonne fraktioniert. Der Aufbau der Apparatur wird beschrieben. Das eine, ein bei 150° durchgeführtes Elutionsverfahren mit sich kontinuierlich ändernder Lösungsmittelzusammensetzung, bewirkt eine Trennung nur nach dem Molekulargewicht. Das andere, eine Elution mit

einem einzigen Lösemittel bei steigender Temperatur, trennt auch nach Kristallinität. Die beiden Methoden werden verglichen und es wird gezeigt, daß der Aufbau des Polypropylens sich am besten bestimmen läßt, wenn man sie nacheinander anwendet. Es wird ferner gezeigt, daß die Fraktionen, die nach der Methode der steigenden Temperatur zwischen 60 und 95° erhalten wurden, aus Material mit weitem Molekulargewichts- und Kristallinitätsbereich bestehen.

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

6. Experimentelle Methodik

a) Methoden und Geräte

Baldwin, R. L. (Chem. Dept. of Carlsberg Lab. u. Dept. of Biochem., Univ. of Wisconsin, Madison Wis., USA). **Versuche über die Sedimentationsgeschwindigkeit. 6. Mitt.: Eine bessere Methode zur Bestimmung der Verteilung des Sedimentationskoeffizienten, wenn der Einfluß der Diffusion groß ist.** (J. Physic. Chem. **63**, 1570–1673, 1959.)

Die Grenzkurven, die bei Versuchen über die Sedimentationsgeschwindigkeit erhalten werden, zeigen in sehr empfindlicher Weise die Heterogenitäten im Sedimentationsverhalten des untersuchten Materials an. In günstiger gelagerten Fällen kann man die gesamte Molekulargewichtsverteilung einer Probe aus dem Sedimentationskoeffizienten berechnen. In der vorliegenden Arbeit werden 3 neue Verfahren theoretisch studiert, um die Verteilung des Sedimentationskoeffizienten durch Extrapolation auf die Zeit unendlich zu bestimmen. Eine der 3 Methoden hat bemerkenswerte Vorzüge vor den bis jetzt in Brauch befindlichen Methoden, wenn der Diffusionseinfluß auf die Sedimentation groß ist.

Diese Methode wurde experimentell angewendet auf die Sedimentation von Schweine-Thyroglobulin. *P. Kirchner* (Berlin-Dahlem)

Engel, Fr. (Siemens & Halske A. G., Werk f. Bauelemente, München). **Das Polarisations-Erhitzungsmikroskop bei der Untersuchung von Glas-Metall-Verbindungen.** (Leitz-Mitt. Wiss. Techn. **1**, 136–139, 1960.)

Statt der dilatometrisch unvermeidbaren Ungenauigkeiten werden die mechanischen Spannungen der Verschmelzpartner in Abhängigkeit von der Temperatur an der Anisotropie des Glases gemessen. Das dazu für den Gebrauch in Glashütten und in der Elektronenröhrenindustrie entwickelte Instrument wird nach Bau und Arbeitsweise geschildert; man kann entweder das Spannungsbild des Objekts farbig fotografieren oder den Spannungszustand an einer definierten Stelle beim Kompensieren registrieren.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Hadley, G. F. u. A. L. Thomas (E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc., Photo Products Dept., Parlin, N. J., USA). **Eine mathematische und experimentelle Untersuchung eines Filmverdampfers mit aufsteigendem Film.** (Ind. Engng. Chem. **52**, 71–74, 1960.)

Es war Zweck der vorgelegten Arbeit, Meßergebnisse über die Variablen zu erhalten, die für die Auslegung von Filmverdampfern mit aufsteigendem Film von Bedeutung sind. Eine Untersuchung eines solchen Filmverdampfers lieferte quantitative, durch experimentelle Messungen

bestätigte Ergebnisse, die als Ausgangswerte für die Auslegung von Filmverdampfern benutzt werden können.

Die Theorie beruht auf dem *Navier-Stokesschen* Kräftegleichgewicht und erlaubt Voraussagen über Filmdicke, Totvolumen oder Betriebsinhalt sowie über die Verweilzeit. Die Analyse der Verdampfers ergab hierfür und für den Energiebedarf die entsprechenden Ausdrücke, die in Beziehung stehen zur Dimensionierung des Verdampfers, zur Rotorgeschwindigkeit und zu den Eigenschaften (insbesondere der Viskosität) der eingesetzten Flüssigkeit. Die Experimente stimmen mit der Theorie überein. Es ergaben sich nebenher noch Werte für den Wärmeübergang in solchen Apparaturen.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Heber, U. (Inst. f. landwirtsch. Bot. d. Univ. Bonn). **Bestimmung von Substanzen an Papierchromatogrammen durch Transmissions- und Reflexionsmessungen mit dem Spektralphotometer.** (Zeiss-Mitt. 2, H. 1, 1–13, 1960.)

Nach Beschreibung der Apparatur und des Vorgehens bei beiden Meßweisen, bei der Wahl der Wellenlänge und der Vorbereitung der Objekte (s. auch Z. anal. Chem. 161, 409, 1958) werden die Gesetze von *Lambert-Beer* und der *Kubelka-Munk*-schen Reflexionsmessung und die Bedingungen für die Verfahrenswahl und Vorbedingungen des Verfahrens diskutiert.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Kornder, Fr. (Mikro-Pol. Lab. d. E. Leitz GmbH., Wetzlar). **Über den Einfluß der Brechung auf den Polarisationszustand des Lichtes.** (Leitz-Mitt. Wiss. Techn. 1, 109–112, 1960.)

Unvollkommenheit des bei hohen Aperturen im Polarisationsmikroskop erzeugten Dunkelfeldes rührt nach Berücksichtigung der üblichen Maßnahmen von der unvermeidbaren Beeinflussung des Polarisationszustandes durch brechungsbedingte Inhomogenitäten des ursprünglich homogenen Lichtes her. Nach Diskussion dieses Tatbestandes mit Hilfe *Fresnel*scher Formeln wird von dem deswegen konstruierten Korrektions-Polarisator berichtet, der eine Verbesserung der Auslöschung um den Faktor 10 ermöglicht.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

b) Analyse

Aly, F. W. u. K. H. Gillich (Med. Univ.-Poliklinik Marburg/Lahn). **Eine Methode zum Nachweis der Hormonbindung von Serumfraktionen.** (Naturwiss. 47, 280, 1960.)

Im Anschluß an radioaktive Markierung bestimmter Thyroxin- und Thyroninlösungen wird eine *Immunelektrophorese* auf Agarplatten durchgeführt (*Michaelis-Puffer* pH 8,6, 4,8 V · cm⁻¹, Laufzeit 90 min); nach 2 Tagen werden die Platten getrocknet und zur Darstellung der Radioaktivität auf Röntgenfilm mit Verstärkerfolie Schicht auf Schicht exponiert.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Flemming, K. (Pharmakol. Inst. d. Univ. Greifswald). **Papierchromatographischer Nachweis von Histamin in röntgenbestrahlten Histidinlösungen.** (Naturwiss. 47, 205–206, 1960.)

Nachdem das mit 1100 r/min. röntgenbestrahlte (Röhrenstrom 20 mA, 160 kV) Histamin nach dem Verfahren der Trennung von Imidazolderivaten nach *Koessler* und *Hanke* angereichert und die Fraktion im Vakuum eingedampft wurde, gelang der Nachweis auch bei den *ionisierenden* Strahlen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Gänshirt, H. u. A. Malzacher (Wiss. Abt. d. Dr. Karl Thomae GmbH., Biberach a. d. Riß). **Trennung einiger Vitamine der B-Gruppe und des Vitamin C durch Dünnschichtchromatographie.** (Naturwiss. 47, 279–280, 1960.)

Vor vielen anderen Verfahren wird dem eignen die Schnelligkeit der Serienkontrollen nachgerühmt. Die Chromatographieplatten werden mittels Spezialgerät mit Kieselgel Merck bestrichen, dem ein bestimmter Leuchtstoff für UV-Fluoreszenz beigemischt wird. Ein für die gestellte Aufgabe bei eindimensionaler Chromatographie im Dunkeln geeignetes Lösungssystem ist Eisessig-Aceton-Methanol-Benzol 5:5:20:70.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Waldschmidt-Leitz, E., G. Bretzel u. L. Keller (Inst. f. org. Chem. der TH München. u. Chem. Abt. d. Heiligenberg-Inst., Heiligenberg/Baden). **Nachweis von Oxylysin in Serumproteinen.** (Naturwiss. 47, 254, 1960.)

Nachweis durch zweidimensionale Papierchromatographie mit Butanol-Ameisensäure-Wasser bzw. Phenol-Wasser als Lösungsmittel, *R_f* 0,045 bzw. 0,204 wie bei synthetischem Oxylysin; dazu quantitativ analytische Bestimmung nach *R. Hannig* (Clin. Chim. Acta 4, 51, 1959).

H. H. Pfeiffer (Bremen)

7. Kunststoffe und Kautschuk

b) Elastomere

Altgelt, K. u. G. V. Schulz (Inst. f. physik. Chem. der Univ. Mainz). **Bestimmung der molekularen Konstanten von Naturkautschuk. 3. Mitt.: Molekulargewicht, Trägheitsradius und thermodynamische Eigenschaften von Cyclohexan-Kautschuklösungen nach der Lichtstreuungsmethode.** (Makromol. Chem. 36, 209–219, 1960.)

Lichtstreuungsmessungen an Crepekautschuk in Cyclohexan ergaben $\bar{M}_w = 1,8 \cdot 10^6$. In Verbindung mit Diffusions- und Sedimentationsmessungen ergibt sich als wahrscheinlichster Wert

$$\bar{M}_w = 1,7 \cdot 10^6.$$

Unter Verwendung der Messungen von anderen Autoren wird als Molekulargewichts-Viskositätsbeziehung die Gleichung

$$\bar{M}_w = 200 \eta^{1,4}$$

für Lösungen von Naturkautschuk in Cyclohexan vorgeschlagen.

Der zweite Virialkoeffizient und der *Staudinger*-Index nehmen in der Reihenfolge Benzol, Cyclohexan, Cyclohexan zu. Die beiden ersten Lösungsmittel sind endotherm, Cyclohexan ist exotherm.

Der Trägheitsradius der Molekülknäuel nach Lichtstreuungsmessungen ist etwa $\bar{R}_w = 1000 \text{ \AA}$. Der wahrscheinlichste Wert unter Mitberücksichtigung von Reibungsmessungen ist

$$\bar{R}_w = 900 \pm 100 \text{ \AA}.$$

P. Kirchner (Berlin-Dahlem)

Bartkowski, H. (Lab. d. Phoenix-Gummiwerke Hamburg-Harburg). **Zur Methodik der Infrarotspektrographie von Polyurethan-Elastomeren.** (Leitz-Mitt. Wiss. Techn. 1, 148–150, 1960.)

Nach Darlegung verschiedener Verfahren für die Probengewinnung in unverändertem Zustande und vor allem der Mikrotomtechnik-Methode mit Vulkollan wird für die ruß- bzw. füllstoffhaltigen Materialien die Lösung in Dimethylsulfoxyd empfohlen. Mit dem *Leitzschen* Instrument wird an Vulkollan mit wechselnden Anteilen von 1,5-

naphthylendiisocyanat die Abhängigkeit der Extinktionen passender Banden jener Anteile studiert.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Prince, A. K. u. R. D. Spitz (The Dow Chemical Co., Midland, Mich., USA). **Herstellung von synthetischem Gummi. — Chelatbildende Stoffe in der Sulfoxylat-Polymerisation.** (Ind. Engng. Chem. 52, 235–238, 1960.)

Substanzen auf der Basis der Äthylendinitrilotetraessigsäure, die fähig sind, Chelatkomplexe zu bilden, wurden zu wichtigen Komponenten in der modernen, peroxyd-katalysierten Kaltgummi-Herstellung, jedoch ist noch wenig bekannt über die Wirkung von Änderungen im Chelatgehalt bzw. des Metallgehaltes der Komplexe (Verhältnis Metall:Komplexbildner). Polymerisationsuntersuchungen an einem typischen Sulfoxylatsystem zeigten, daß Aminopolycarboxysäuren-Komplexe im Gegensatz zu Äthylendinitrilotetraessigsäure nicht in der Lage sind, die Polymerisationsreaktion zu unterhalten. Konzentration und Reinheit der Äthylendinitrilotetraessigsäure können dagegen weitgehend variiert werden, ohne daß ein merklicher Einfluß auf die Umsatzrate erzielt wird. Die Ergebnisse beleuchten ein Gebiet, wo Änderungen mit dem geringsten Entwicklungsaufwand seitens der Gummiersteller sich in wesentlich besserer Ausnutzung der Chelatbildner niederschlagen können.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Sundholm, N. K. (Naugatuck Chem. Div., United States Rubber Co., Naugatuck, Conn., USA). **Verzögerungskatalysatoren zur Gummivulkanisation. Darstellung von N-Alkyl- und N-Cycloalkyl bis(2-Benzthiazolsulfon)amiden.** (Ind. Engng. Chem. 52, 239–240, 1960.)

Es werden optimale Bedingungen für die Darstellung von N-Alkyl- und N-Cycloalkylbis(2-Benzthiazolsulfon)amiden angegeben, die als Katalysatoren mit Verzögerungswirkung für die Kautschukvulkanisation eingesetzt werden. Sie entstehen durch Reaktion von 2 Molen 2-Benzthiazolsulfonylechlorid mit 3 Mol eines primären Amins. Die Produkte haben Verzögerungseigenschaften, die nahe an denen der reinen Komponenten liegen, und werden in 94–99%iger Ausbeute erhalten durch konkurrierende Reaktion der Komponenten, durch Erniedrigung der Reaktionstemperatur und Verkürzung der Reaktionszeit des Amins mit dem Sulfonylechlorid. Diese Bedingungen unterdrücken den Angriff des Sulfonylechlorids auf das bis(2-Benzthiazolsulfon)amid und das intermediäre mono-2-Benzthiazolsulfonamid. Die einfache Zugabe des Sulfonylechlorids zu überschüssigem Amid liefert ungünstige Resultate, besonders bei niedriger Temperatur. Eine Erklärung hierfür wird gegeben.

E. Best (Frankfurt a. M.)

10. Nahrungsmittel und Gärungserzeugnisse

Kempe, L. L. (Univ. of Michigan, Ann Arbor, Mich., USA). **Technische Fortschritte in der Anwendung der Fermentation. Rheologische Eigenschaften von Fermentationsansätzen.** (Ind. Engng. Chem. 52, 59–66, 1960.)

Es wird eine Zusammenstellung von Darstellungen geboten: über rheologische Eigenschaften von Fermentationsansätzen, Durchmischungsprobleme, Luftsterilisierung, über die Kinetik der Fermentation, Regelapparaturen und über die Sterilisierung der Lösungen für biochemische Prozesse.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Placek, C., V. S. Bavisotto u. E. C. Jadd (Paul-Lewis Labs., Inc., Milwaukee, Wis., USA). **Herstellung handelsüblicher Enzyme durch Extraktion (Labferment).** (Ind. Engng. Chem. 52, 2–8, 1960.)

Die Extraktion des handelsüblichen Labferments ist heute die hauptsächlichste industrielle Enzymdarstellung. Lab enthält das die Milch koagulierende Enzym Rennin und wird in jeder Molkerei bzw. Käseherstellung verwendet. Der Labextrakt wird hergestellt durch die Extraktion der Mägen noch saugender Kälber. Der Magen wird gewaschen, entfettet, getrocknet und dann zusammen mit Glas- oder Holzwole vermahlen. Diese Mischung wird dann im Gegenstrom mit 10%iger Kochsalzlösung extrahiert. In diesem Vorgang erhält man das Vorprodukt des Rennins, das Prorennin. Dieses wird nun mittels Salzsäure aktiviert. Der aktivierte Labextrakt wird dann gefiltert und verpackt.

E. Best (Frankfurt a. M.)

Schmidt-Lorenz, W. (Bundesforsch.-Anst. f. Lebensmittelfrischhaltg., Karlsruhe). **Redoxpotentialmessungen in bestrahlten Lebensmitteln.** (Naturwiss. 47, 208–209, 1960.)

Bei den nur mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln bleiben Mikroorganismen erhalten, deren mühsame Ermittlung durch Bakterienzählungen ersetzt wird durch Messungen des Redoxpotentials (60 kV Röntgen- oder 1 MeV-Elektronenstrahlen im Bereich von 0,5 bis 2,0 Mrad)

H. H. Pfeiffer (Bremen)

14. Keramik, Ton, Zement, Glas, anorganische Farbstoffe

Schölze, H. (Max-Planck-Inst. f. Silikatforschg., Würzburg). **Zur Frage der Unterscheidung zwischen H₂O-Molekeln und OH-Gruppen in Gläsern und Mineralien.** (Naturwiss. 47, 226–227, 1960.)

Die Unterscheidung gelingt durch Beobachten des Ultrarotspektrums um 5000 cm⁻¹; Anwendungsbeispiel: ein Kieselgel.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

15. Metallforschung

Haase, G. u. F. Granzer (Inst. f. angew. Phys. d. Univ. Frankfurt a. M.). **Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Keimbildung bei der Rekristallisation plastisch verformter Aluminiumfolien.** (Naturwiss. 47, 223–224, 1960.)

Ein kleiner Bereich des Al-Einkristalls wurde mittels Mikrohärteprüfer verformt, dann ergab die Elektronenbeugungsaufnahme nach 1/2stündigem Tempern im Hochvakuum bei 500° kaum einen Unterschied im Beugungsbild; damit wird die Cahnsche Theorie der Keimbildung (Proc. Phys. Soc. A 63, 323, 1950) vor anderen Auffassungen gestützt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Janko, A. (Inst. f. physik. Chem. d. Poln. Akad. d. Wiss., Warschau). **Struktur der im Nickel bei elektrolytischer Beladung entstehenden wasserstoffreichen Phase.** (Naturwiss. 47, 225, 1960.)

Röntgenographische Untersuchungen der Gitterstruktur des nach Baranowski und Smialowski elektrolytisch mit H beladenen Ni an dreierlei Proben: auf Cu-Draht aufgezogene Schichten, Drähte und Bleche aus Ni; ein neuer Linienkomplex in den Aufnahmen deutet auf eine neue Phase, die sich im kubisch-flächenzentrierten Gitter indiziert und deren Intensität mit vermindelter C_H abnimmt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Autoren-Register

zur Kolloid-Zeitschrift, Bd. 171, 172 und 173 (1960)

O. = Originalarbeit, **Dk.** = Diskussionsbemerkung, **W.K.** = Wissenschaftlicher Kurzbericht, **W.T.S.** = Wissenschaftlich-technischer Sammelbericht, **P.B.** = Patentbericht, **T.** = Tagungsbericht
B. = Buchbesprechung, **R.** = Referat, **Berichtig.** = Berichtigung, **Nachr.** = Nachruf

Die erste, fette Zahl zeigt den Band (**171**, **172** oder **173**) an, die zweite die Seitenzahl

- Abadi, D. M.* u. *P. E. Wilcox*, α -Chymotrypsinogen. **R. 172**, 79
- Achhammer, B. G.*, *M. Tryon* u. *G. M. Kline*, Polymere. **R. 173**, 89
- Acimovic, S.*, Kohlenstoff-Stähle. **R. 172**, 95
- Ackermann, R.* u. a., s. *R. Havemann*
- Adam, G.*, Polystyrol. **O. 172**, 132
- Adams, J. T. jr.* u. a., s. *J. Galligan*
- Adamson, A.*, Oberflächen. **B. 173**, 79
- Agrell, S. O.* u. *J. V. Smith*, Mullit und Sillimanit. **R. 172**, 68
- Aida, N.*, s. *M. Negishi*
- Aida, N.* u. a., s. *M. Negishi*
- Albers, W.* u. *J. T. G. Overbeek*, W/O-Emulsionen. 1., 2. **R. 171**, 173
- Alexander, H.*, Elektronenmikroskopie von Kristallen. **R. 172**, 190
- Alexander, L. E.* u. *E. R. Michalik*, Beugung von Röntgenstrahlen. **R. 171**, 165
- Alexandrowicz, Z.*, Konzentrationsosmometer. **R. 171**, 184
- , Polyäthylenglykollösung. **R. 171**, 181
- , Polyelektrolyte. **R. 171**, 181
- Allcott, A.*, Kunststoffe. **B. 172**, 189
- Allen, E.*, Zentrifugalpumpen. **B. 172**, 189
- Allen, G.*, *G. Gee* u. *J. P. Nicholson*, Mischbarkeit von Polymeren. 1. **R. 172**, 86
- Alter, H.*, Polyäthylen. **R. 173**, 160
- Altgelt, K. u. G. V. Schulz*, Naturkautschuk. **R. 173**, 163
- Aly, F. W. u. K. H. Gillich*, Hormonbindung von Serumfraktionen. **R. 173**, 163
- Amano, O.* u. a., s. *Y. Ishida*
- Ambrosino, C.* u. *J. Liberatori*, Proteine und Lipoproteine des Serums. 1. **R. 173**, 84
- Ambrosino, C.*, *J. Liberatori* u. a., Proteine und Lipoproteine des Serums. 2. **R. 173**, 84
- Ambroz, J.*, Polymerisation von α -Olefinen. **R. 171**, 85
- Ambs, E.*, s. *W. Gross*
- American Society for Testing Materials*, ASTM-Normen, 4.–10. **B. 171**, 155; **B. 173**, 79
- Anders, H.*, Aerosole. **R. 172**, 191
- Andersen, W. H.* u. a., s. *R. F. Chaiken*
- Anderson, E. W.*, s. *D. W. McCall*
- Anderson, P. J.*, Elektrokinetisches Potential und Adsorption in der Öl/Wasser-Grenzschicht. **R. 171**, 91
- Anderson, R. L.* u. a., s. *J. J. Rackis*
- Andrews, R. D.*, Rheologie, 3. **B. 172**, 189
- Anfinsen, C. B.* u. a., s. *D. Steinberg*
- Anonym*, Botanica Marina. **B. 172**, 67
- , Dynamik des Eiweißes. **B. 173**, 145
- , Nomenklatur. **B. 172**, 189
- , Papierelektrophoretische Serumanalyse. **R. 171**, 186
- Arens, K.*, Zellen. **R. 173**, 152
- Argon, A. S.*, *Y. Hori* u. *E. Orowan*, Druckfestigkeit von Glas. **U. 172**, 95
- Armstrong, W. D.* u. a., s. *W. O. Caster*
- Arnon, D. I.*, Photosynthese. **R. 172**, 72
- Arthur, J. C. jr.*, *R. J. Demint* u. *R. A. Pittman*, γ -Bestrahlung von Vinylmonomeren. 1. **R. 171**, 161
- Ascoli, F.* u. a., s. *A. M. Liquori*
- Aslanowa, M. S.*, Adhäsion von Polymeren an Glas. **R. 173**, 94
- Assarsson, G. O.*, Hydrothermische Reaktionen. **R. 172**, 68
- Astbury, W. T.*, *E. Beighton* u. *K. D. Parker*, Superkontrahierte Proteine. **R. 171**, 176
- Avery, E. C.*, s. *B. Smaller*
- Baba, N.*, s. *J. R. Meyer-Arendt*
- Babb, A. L.*, s. *B. W. Mar*
- Babitskiĭ, B. L.* u. a., s. *I. A. Levitin*
- Back, E.* u. a., s. *J. Moacanin*
- Bacq, Z. M.*, *P. Fischer* u. *A. Herve*, Fluoracetat. **R. 173**, 84
- Bainbridge, W.*, s. *R. Roscoe*
- Baker, L. C. W.*, s. *M. T. Pope*
- Baker, W. O.*, s. *I. L. Hopkins*
- Bakharev, B. I.* u. a., s. *G. A. Blokh*
- Baldoni, A. A.* u. a., s. *T. R. Patterson*
- Baldwin, R. L.*, Sedimentationsgeschwindigkeit. 6. **R. 173**, 162
- Baliga, B. P.* u. a., s. *C. A. Lyman*
- Baliga, M. N.* u. a., s. *M. M. Chaudhri*
- Ballard, D. G. H.*, *C. H. Bamford* u. *A. Elliott*, Synthetische Polypeptide. **R. 173**, 89
- Bamann, E.*, *A. Gerl* u. a., Katalyse der Metall-Ionen. **R. 171**, 159
- Bamford, C. H.* u. a., s. *D. G. H. Ballard*
- Bancher, E.* u. *J. Hölzl*, Neutralrotspeicherung in Vakuolen. **R. 173**, 152
- Banerjee, B. K.*, Metaphosphat-Glasfasern. **R. 173**, 94
- Barnard, E. A.* u. *W. D. Stein*, Ribonuclease. 1. **R. 173**, 84
- Barnard, E. A.*, s. *W. D. Stein*
- Barnes, C. L.*, Fließmeter. **R. 171**, 184
- Barnett, L.* u. a., s. *S. Brenner*
- Barnett, L. B.* u. *H. B. Bull*, Ribonuclease. **R. 171**, 176
- Barrer, R. M.* u. *I. S. Kerr*, Levynit und verwandte Zeolithe. **R. 171**, 82
- Barsch, M. K.* u. a., s. *R. F. Chaiken*
- Bartkowski, H.*, Polyurethan-Elastomere. **R. 173**, 163
- Barth, P.* u. a., s. *S. Štokrová*
- Bashkatov, T. V.* u. a., s. *V. P. Shatalov*
- Bassi, I. W.* u. a., s. *G. Natta*
- Bastian, H.*, s. *C. Beermann*
- Bateman, J.*, *R. E. Richards* u. a., Polyäthylenterephthalat. **R. 172**, 86
- Battistini, A.* u. a., s. *M. Steinbuch*
- Bavisotto, V. S.* u. a., s. *C. Placek*
- Baxi, A. J.* u. a., s. *M. K. Nerurkar*
- Becher, P.* u. *N. K. Clifton*, Nichtionogene grenzflächenaktive Substanzen. 2. **R. 171**, 174
- Beck, E.*, Schneckenstrangpressen für thermoplastische Massen. **R. 171**, 100
- Beckmann, L.*, s. *E. Funck*
- Beears, W. L.* u. a., s. *M. Roha*
- Beermann, C.* u. *H. Bastian*, Polymerisationskatalysatoren. **R. 172**, 69

- Beesch, S. C. u. F. W. Tanner, Fermentation. **R. 171**, 100
- Behn, D. G. u. a., s. H. A. DeWald
- Beighton, E. u. a., s. W. T. Astbury
- Belcher, H. V., s. H. S. White
- Beljankin, D. S., B. W. Lapin u. W. W. Iwanow, Technische Petrographie. **B. 173**, 79
- Bendel, E. u. a., s. W. Fuchs
- Bendich, A., s. H. S. Rosenkranz
- Bendich, A. u. a., s. E. Borenfreund
- Benerito, R. R., R. J. Berni u. T. F. Fagley, Perfluor-ester der Cellulose. **R. 172**, 92
- Bénézech, C., Physikalische Chemie in Biologie und Medizin. **B. 171**, 73
- Beniska, J. u. B. Dogadkin, Vulkanisationsbeschleuniger. 1., 2. **R. 171**, 188
- Benker, L., Schweißung von Thermoplasten. **R. 171**, 97
- Benson, S. W. u. A. M. North, Geschwindigkeitskonstante von Polymerisationsreaktionen. **R. 172**, 70
- Benzer, S. u. a., s. S. Brenner
- Berg, R. u. a., s. W. Heller
- Bergander, E., Hefe. **B. 171**, 76
- Bergen, J., Viskoelastizität. **B. 172**, 67
- Berger, H., Kunststoffbeschichtetes Verpackungspapier. **R. 171**, 97
- Berl, W. G., Chemische Analyse. **B. 171**, 155
- Berni, R. J. u. a., s. R. R. Benerito
- Berry, M. u. a., s. R. S. Casey
- Berry, W. R., Oberflächenuntersuchungen. **R. 171**, 186
- Best, B. u. a., s. G. E. Mangsen
- Bestul, A. B., Lösungen von Polymeren. **R. 173**, 146
- Bettendorf, G. u. a., s. G. Schubert
- Bevilacqua, E. M., Kautschukvulkanisation. **R. 171**, 189
- Bevington, J. C., Endgruppen in polymeren Molekeln. **R. 171**, 161
- Bevington, J. C. u. D. E. Eaves, Polymerisation von Acrylnitril. **R. 173**, 150
- Bevington, J. C. u. T. D. Lewis, Initiatoren. **R. 171**, 86
- Beychok, S. u. J. Steinhardt, Denaturierung von Pferde-hämoglobin. **R. 171**, 176
- Bichsel, H., Reinstaluminium. **R. 172**, 96
- Biejer, G. J. u. S. G. Mason, Porenorientierungsfaktor. **R. 171**, 79, 88
- Billmeyer, F. W. jr. u. a., s. W. M. D. Bryant
- Binder, J. L., K. C. Eberly u. G. E. D. Smith, Dimeren des Isopren. **R. 171**, 163
- Binford, J. S. jr. u. A. M. Gessler, Adsorption von Polymeren an Ruß. **R. 172**, 73
- Bird, R. B., Wärmeübergang in Nicht-Newton'schen Flüssigkeiten. **R. 171**, 79
- Birks, J. B. u. J. H. Schulman, Dielektrika. **B. 171**, 77
- Biswas, A. K. u. B. K. Mukherji, Micellen in Lösungen grenzflächenaktiver Substanzen. **R. 172**, 78
- Black, J. F., s. D. A. Guthrie
- Blasius, E. u. H. Pittack, Ionensiebe. **R. 171**, 97
- Blasse, G. u. a., s. H. Kienhuis
- Blauer, G., M. Shenblat u. A. Katchalsky, Polymerisation von Vinylbromid. **R. 171**, 163
- Blokh, G. A., Z. P. Kormilzeva u. a., Kautschuk-Reifen. **R. 171**, 189
- Bluestone, S., s. U. P. Strauss
- Bockris, J. O. M., s. B. Lovreček
- Boelhouwer, C. u. H. I. Waterman, cis- und trans-Decalin. **R. 173**, 80
- Boerma, J. u. a., s. P. W. O. Wijga
- v. Bogdandy, L., W. Rutsch u. I. N. Stranski, Gasaustausch. **R. 171**, 80
- Bogner, R. L. u. T. C. Grubb, Inhalieren. **R. 173**, 94
- Boguslavskii, D. B. u. a., s. G. A. Blokh
- Böhm, H., Diskontinuierliche Ausscheidung. **R. 172**, 96
- Böhm-Tüchty, E., Plasmalemma. **R. 173**, 152
- Boll, M., s. M. Bopp
- Bollenrath, F., Titan-Kristalle. **R. 171**, 195
- Bolton, F. H., Polymerisation. **R. 171**, 100
- Bonnelycke, B. E. u. W. B. Dandliker, Kolloides SiO₂. **R. 171**, 172
- Boonstra, B. B. S. T. u. E. M. Dannenberg, Quellung von Vulkanisaten. **R. 171**, 189
- Bopp, M. u. M. Boll, Flavonoide. **R. 173**, 153
- Borchers, H. u. J. Gumper, Kupfer. **R. 172**, 96
- Borenfreund, E., H. S. Rosenkranz u. A. Bendich, Tritiumindizierte Desoxyribonucleinsäure. **R. 172**, 79
- Borgen, O., K. Grjotheim u. S. Urnes, System KNO₃—Ca(NO₃)₂. **R. 173**, 83
- Botré, C., V. L. Crescenzi u. a., Kolloidelektrolyte. **R. 172**, 86
- Botré, C. u. a., s. A. M. Liquori
- Botty, M. C. u. a., s. M. L. Miller
- Bovey, F. A., G. V. D. Tiers u. G. Filipovich, Polymere. 1. **R. 171**, 181
- Bowers, R. C. u. A. M. Wilson, Membran-Elektroden. **R. 172**, 75
- Boyd, R. H., Kinetik der Depolymerisation. **R. 171**, 77
- Bradbury, J. H., Aminosäuregehalt von Wolle. **R. 171**, 192
- Bradbury, J. H. u. J. D. Leeder, Schrumpfbeständig-machen von Wolle. **R. 171**, 192
- Bradford, E. B. u. J. W. Vanderhoff, Filmbildende Latexteilchen. **R. 171**, 173
- Brandt, W. W., Diffusion kleiner Molekel in Hochpolymeren. **R. 171**, 79
- Braun, D., Poly-p-lithiumstyrol. 2. **R. 171**, 161
- Bregman, J., s. G. Scatchard
- Brenner, S., G. Streisinger u. a., Bacteriophage. **R. 172**, 72
- Brent, R. L., M. M. MacLaughlin u. J. N. Stabile, Serum. **R. 173**, 84
- Bretzel, G. u. a., s. E. Waldschmidt-Leitz
- Breuer, M. u. U. P. Strauss, Komplexe aus Serum-albumin und Isooctan. **R. 173**, 150
- Briskin, J. u. a., s. G. Sumrell
- Broadhurst, D. u. a., s. E. Matijević
- Brodnyan, J. G. u. G. L. Brown, Emulsionsteilchengröße. 1. **R. 173**, 87
- Brötz, W., Chemische Reaktionstechnik. **B. 171**, 75
- Brown, G. L., s. J. G. Brodnyan
- Brown, J. H., s. D. A. Cowan
- Brüche, E. u. K. Peter, Glas, 6. **R. 173**, 94
- Bryant, W. M. D., F. W. Billmeyer, jr. u. a., Molekelstruktur von Polyäthylen. 10. **R. 171**, 94
- Bryson, C. C., s. D. A. I. Goring
- Buckley, K. A., E. J. Conway u. H. C. Ryan, Intrazelluläre Gesamtkonzentrationen. **R. 171**, 186
- Bull, H. B., s. L. B. Barnett
- Bull, H. B., s. D. K. Chattoraj
- Bunville, L. G. u. a., s. E. Y. Nozaki
- Bunville, L. G. u. a., s. C. Tanford
- Burch, P. R. J., Radioaktive Verseuchung. **R. 171**, 167
- Burden, J., s. H. W. Douglas
- Buerger, M. J., Gitterstruktur. **B. 172**, 190
- Burgman, V. D., Wolle. **R. 171**, 192
- Buriuana, L. M., Bestimmung der Milchproteine. **R. 172**, 90
- Burleigh, P. H., Polyvinylchlorid. **R. 172**, 70
- Burnett, G. M. u. P. J. T. Tai, Polymerisation von Styrol. **R. 173**, 82
- Burrows, G., Molekulardestillation. **B. 173**, 79
- Bywater, S. u. a., s. A. F. Sirianni
- Cabikar, J., s. J. Vacík
- Calciati, A. u. a., s. C. Ambrosino
- Calderon, N. u. a., s. A. Zilkha

- Caldwell, J. R. u. a., s. J. E. Kiefer
 Caley, H. B., Thermodynamik. **B. 173, 77**
 Campbell, P. G. u. a., s. G. Sumrell
 Cann, J. R. u. R. A. Phelps, Bindungseffekte an der Proteinstruktur. **R. 172, 79**
 Cannon, C. C., Elektronik. **B. 173, 78**
 Cannon, P. u. C. P. Rutkowski, Zeolith. **R. 171, 89**
 Carra, J. H. u. a., s. B. R. Porter
 Carrelli, A. u. E. Ragozzini, Dynamische Bestimmung der Viskosität. **R. 173, 91**
 Casassa, E. F., Statistische Thermodynamik polymerer Lösungen. 2. **R. 171, 77**
 —, Thermodynamische Wechselwirkung von Polymeren. **R. 173, 80**
 Casey, R. S., J. W. Perry u. a., Lochkarten. **B. 172, 189**
 Casey, R. S. u. a., s. C. S. Grove
 Cassidy, H. G., Grundlagen der Chromatographie. **B. 171, 155**
 Caster, W. O., E. S. Redgate u. W. D. Armstrong, Zentralnervensystem. **R. 171, 167**
 Catino, A., A. Ceruti u. a., Mikro-Spektrophotometer. **R. 171, 184**
 Cavallieri, L. F. u. B. H. Rosenberg, Abbau von Desoxyribonucleinsäure. **R. 171, 176**
 Cavanaugh, D. J., Peroxydase-Katalyse. **R. 171, 86**
 Čefelín, P., M. Chmeltík u. O. Wichterle, Poly-6-Caprolactam. **R. 173, 160**
 Čejka, J. u. a., s. Z. Vodrážka
 Ceresa, R. J., Hochpolymere. **R. 171, 86**
 Ceruti, A. u. a., s. A. Catino
 Cha, C.-Y. u. H. A. Scheraga, Ribonuclease. **R. 172, 79**
 Chaiken, R. F., W. H. Andersen u. a., Polymethylmethacrylat. **R. 172, 86**
 Champe, S. P. u. a., s. S. Brenner
 Chance, L. H., R. M. Perkins u. W. A. Reeves, Baumwollgewebe. **R. 172, 94**
 Chance, L. H. u. a., s. C. J. Conner
 Chance, L. H. u. a., s. W. A. Reeves
 Charlesby, A. u. a., s. D. Libby
 Chattoraj, D. K. u. H. B. Bull, Elektrophorese adsorbierter Proteine. **R. 171, 176**
 —, Elektrophorese und Oberflächenspannung. **R. 172, 76**
 Chaudhri, M. M., P. K. Katti u. M. N. Baliga, Oberflächenspannung binärer Mischungen. **R. 173, 146**
 Chaussidon, J., Membranpotentiale. **R. 173, 87**
 Chemical Society London, Fortschritte der Chemie. **B. 173, 79**
 Cherdrón, H., R. C. Schulz u. W. Kern, Bildung polymerer Acroleine. **R. 171, 85**
 Chervenka, C. H., Chymotrypsinogen. **R. 172, 79**
 Chmeltík, M. u. a., s. P. Čefelín
 Chrapova, E. V. u. a., s. A. V. Kiselev
 Chuliukova, T. A. u. a., s. V. P. Shatalov
 Church, J. M., s. R. Shinnar
 Claesson, S., Makromolekul. **R. 173, 80**
 Clampitt, B. H. u. D. E. German, Adsorption. **R. 172, 73**
 Clasper, M., J. Haslam u. E. F. Mooney, Identifizierung von Nylon. **R. 172, 91**
 Clegg, M. D. u. W. A. Schroeder, Hämoglobin. **R. 171, 177**
 Clevenger, T. R. jr., s. G. Economos
 Clifton, N. K., s. P. Becher
 Coffin, L. B. u. a., s. R. R. West
 Coleman, L. E. jr. u. J. A. Conrady, Stickstoffenthalten-de Monomere. 1. **R. 171, 163**
 Colombino, P. u. a., s. A. Catino
 Colville, A. R. jr., s. A. S. Michaels
 Connell, J. J., Kabeljau-Myosin. **R. 171, 178**
 Conner, C. J., W. A. Reeves u. L. H. Chance, Baumwolle. **R. 172, 94**
 Connor, P. u. a., s. G. Herdan
 Conrad, C. M., D. J. Stanonis u. a., Baumwollgarne. **R. 172, 92**
 Conrad, C. M. u. a., s. L. Segal
 Conrady, J. A., s. L. E. Coleman, jr.
 Constabaris, G., J. H. Singleton u. G. D. Halsey, jr., Meßapparatur für Gasadsorption. **R. 171, 183**
 Conway, E. J. u. a., s. K. A. Buckley
 Conway, H. F. u. a., s. V. F. Pfeifer
 Coombs, T. L. u. a., s. B. L. Vallee
 Cooper, A. R. jr., Fließen durch offene Kanäle. **R. 172, 67**
 Cooper, W. T. u. a., s. H. E. Railsback
 Corradini, P. u. a., s. G. Natta
 Coven, G. E., s. L. Weissbein
 Cowan, D. A. u. J. H. Brown, Elektrodialysezellen. **R. 171, 156**
 Cox, R. A., W. G. Overend u. a., Na-Desoxyribonucleat. **R. 171, 178**
 Creely, J. J. u. a., s. C. M. Conrad
 Creely, J. J. u. a., s. G. Natta
 Creeth, J. M., L. W. Nichol u. D. J. Winzor, Ovalbumin. 1. **R. 171, 178**
 Crepax, P. u. P. L. Parmeggiani, Gerüstproteine von Herzkammern. **R. 171, 167**
 Crescenzi, V. L. u. a., s. C. Botré
 Crescenzi, V. L. u. a., s. A. M. Liquori
 Crewther, W. G. u. L. M. Dowling, Wolle. **R. 171, 192**
 Crowder, L. H., s. F. J. Radd
 Cunneen, G. I., G. M. C. Higgins u. W. F. Watson, Polyisoprene. 5. **R. 171, 190**
 Cunningham, R. G., s. S. R. Sprague
 Custer, J. H. u. a., s. J. H. Geller
 Czech, J., Oszillographen-Meßtechnik. **B. 171, 75**
 Dabic, S. u. a., s. V. F. Pfeifer
 Daquerre, A., n-Eicosan- und n-Docosansäure. **R. 171, 86**
 Dahlem, T., s. H. Klumb
 Dalton, F. L., u. R. Roberts, Pfropfpolymerisation von Acrylnitril. **R. 171, 86**
 Damaschke, K., s. F. Patat
 Dandliker, W. B., s. B. E. Bonnellycke
 Dannenberg, E. M., s. B. B. S. T. Boonstra
 Dansizer, C. J. u. a., s. J. H. Dusenbury
 Danusso, F. u. a., s. G. Natta
 Dapelli, G., s. A. Monzini
 Darby, P. W. u. a., s. D. J. Wheeler
 Darnell, J. E. u. L. Levington, Polio-Virus-Protein. **R. 171, 168**
 Darnell, J. E., s. L. Levington
 Dasher, G. F. u. A. J. Mabis, Waschmittel-Schäume. **R. 172, 78**
 Daune, M. u. a., s. P. Metais
 Davydov, A. T. u. R. F. Skoblionok, Ionenaustauschadsorption. **R. 172, 74**
 Dechman, D. A. u. M. van Winkle, Siebplattensäulen. **R. 171, 80**
 de Gruy, I. V. u. a., s. V. W. Tripp
 Delahay, P., s. H. Matsuda
 de Lopez-Gonzales, J. u. H. Jenny, Ionenaustausch-Membrane. **R. 171, 160**
 Demint, R. J. u. a., s. J. C. Arthur, jr.
 Denbigh, K., Prinzipien des chemischen Gleichgewichts. **B. 171, 153**
 Deshpande, K. B. u. C. E. Marshall, Montmorillonit-Ton. **R. 171, 82**
 Detrick, L. E., H. C. Upham u. a., Dextran. **R. 173, 85**
 Deuel, H., Silicate. **R. 171, 81**
 de Vaux St. Cyr, C. u. a., s. B. Robert
 Devrdé, Z. u. a., s. G. Deželić
 DeWald, H. A., D. C. Behn u. a., Ester des Serins. **R. 172, 50**
 de Witte, L., Oberflächengleichgewichte. **O. 171, 135**

- Deželić, Gj. u. J. P. Kratochvil, Lichtstreuung. **O. 173**, 38
 Deželić, Gj., M. Wrisher u. a., Kolloides Siliciumdioxid. **O. 171**, 42
 Diamond, W. J. u. J. E. Grove, Baumwollgewebe. **R. 171**, 194
 Dick, W. u. F. H. Müller, Kautschuk. **O. 172**, 1
 Dimarzio, E. A. u. J. H. Gibbs, Copolymere. **R. 171**, 181
 Diorio, A. F. u. a., s. L. Mandelkern
 Dlugosz, J. u. E. I. C. Michie, Regenerierte Cellulose. **R. 172**, 79
 Dobry, R. u. R. K. Finn, Kontinuierliche Elektrophorese. **R. 173**, 91
 Dodd, C. G. u. O. G. Kiel, Poröse Gesteine. **R. 171**, 89
 Dogadkin, B., s. J. Beniska
 Dole, M. u. B. Wunderlich, Schmelzgrößen von Polymeren u. Copolymeren. **R. 171**, 180
 Dole, M., s. T. F. Williams
 Dolgoplosk, B. A., V. N. Reikh u. a., Carboxylierter Kautschuk. **R. 172**, 91
 Donovan, J. W. u. a., s. J. Hermans
 Dose, K. u. K. Ettre, Radiationschemische Synthese von Aminosäuren. **R. 171**, 160
 Dostyan, M. S., s. R. V. Uzina
 Dougherty, T. H. u. I. M. Krieger, Potential im Kugellkolloid. **R. 172**, 76
 Douglas, H. W., Elektrophoretische Untersuchungen an Bakterien. **R. 171**, 87
 Douglas, H. W. u. J. Burden, Thoriumoxydsuspensionen. **R. 171**, 81
 Dowling, L. M., s. W. G. Crewther
 Downes, J. G. u. G. B. McMahon, Faser-Trocknung. **R. 171**, 194
 Drake, G. L. jr. u. a., s. S. R. Hobart
 Drawert, H. u. E. Schlafke, Plasmolyse u. Vitalfärbung von Hyphen. **R. 171**, 165
 Dreyer, H. u. D. Nehring, Gaschromatographie. **R. 171**, 185
 Dunjic, A., H. Maisin u. P. Madague, Cysteamin. **R. 173**, 85
 Dunkelberger, D. L. u. a., s. R. K. Graham
 Dunn, J. R., J. Scanlan u. W. F. Watson, Kautschuk. **R. 171**, 98
 Du Plessis, D. J., Kieselsäureeinfluß auf kondensierte Phosphate. **R. 171**, 82
 Dusenbury, J. H., C.-N. Wu u. C. J. Dansizer, Federn und Daunenfasern. 2. **R. 172**, 191
 Duwell, E. J. u. J. W. Shepard, Anorganische Anionenaustauscherharze. **R. 171**, 83
 Dvořák, J. u. a., s. J. Vacík
 Dyer, D. L., Solubilisation in Lösungen von grenzflächenaktiven Substanzen. **R. 171**, 174
 Early, R. L. u. a., s. L. Marker
 Eastham, A. M. u. a., s. G. A. Latremouille
 Eaves, D. E., s. J. C. Bevington
 Eberhard, F. u. a., s. W. Kern
 Eberly, K. C. u. a., s. J. L. Binder
 Ecker, R., Verstärker-Füllstoffe. **R. 172**, 91
 Economos, G. u. T. R. Clevenger, jr., Magnetkeramik. **R. 172**, 95
 Edelhoch, H., Denaturierung von Pepsin. 4. **R. 172**, 80
 Eder, T., Gießereisande. **R. 172**, 192
 Edwards, M., G. A. Kerkut u. a., Elektronenspinresonanz von biologischen Präparaten. **R. 172**, 72
 Efer, K., s. K. Gärtner
 Eggert, J., L. Hock u. G. M. Schwab, Physikalische Chemie. **B. 172**, 186
 Egli, P. H., Thermoelektrizität. **B. 173**, 79
 Eirich, F., Rheologie. 3. **B. 171**, 77
 Eisenberg, A., s. A. V. Tobolsky
 Ekert, B. u. R. Monier, Disphosphopyridinnucleotid. **R. 172**, 72
 Eldjarn, L. u. a., s. A. Pihl
 Eldridge, J. E. u. a., s. W. D. M. Bryant
 Eley, D. D., Katalyse. **B. 172**, 66
 Elias, H.-G., Dextrane. 4. **R. 173**, 87
 —, Makromolekel. **R. 173**, 146
 Elliott, A. u. a., s. D. G. H. Ballard
 Ellis, F. u. a., s. L. G. Lajtha
 Emeléus, H. J., Anorganische und Radiochemie. Bd. 2. **B. 172**, 190
 Emmett, P. H., s. H.-C. Yao
 Emmett, P. H. u. a., s. D. S. MacIver
 Endoh, K. u. Y. Oyama, Tröpfchen. **R. 173**, 146
 Engel, F., Polarisations-Erhitungs-Mikroskop. **R. 173**, 162
 Engel, M. B. u. N. R. Joseph, Kolloide Oberflächen. 3. **R. 172**, 80
 v. Engelhardt, W., Mineralogie und Petrographie. Bd. 2. **B. 172**, 190
 v. Engelhardt, W. u. S. Haussühl, Alkalihalogenide. **O. 173**, 20
 v. Engelhardt, W. u. P. J. Sell, Grenzflächenenergie. **R. 171**, 172
 Engelter, A., s. F. H. Müller
 Englert-Chwoles, A. u. I. Prigogine, Oberflächenspannung. **R. 173**, 146
 Epstein, L. I., Vibroskop. **R. 171**, 186
 Ericksen, J. L., Transversal isotrope Flüssigkeiten. **O. 173**, 117
 Erlich, A., M. K. Smith u. T. C. Patton, Urethan-Schäume. **R. 172**, 92
 Ettre, K., s. K. Dose
 Every, R. L. u. a., s. W. H. Wade
 Fadner, T. A., s. H. Morawetz
 Fagley, T. F. u. a., s. R. R. Benerito
 Farrow, G. u. a., s. J. Bateman
 Fatt, I. u. M. A. Selim, Chromatographie. **R. 171**, 89
 Faust, J. W. u. a., s. H. C. Gatos
 Felicetta, V. F. u. a., s. J. Moacanin
 Ferry, J. D. u. R. A. Stratton, Viskosität und viskoelastische Relaxationszeit. **O. 171**, 107
 Feughelman, M., Wollfasern. **R. 171**, 192
 Feughelman, M., s. A. R. Haly
 Filipovich, G. u. a., s. F. A. Bovey
 Finch, C. R. u. a., s. R. E. Lee
 Fine, J. M. u. a., s. M. Steinbuch
 Finn, R. K., s. R. Dobry
 Finnegan, R. A., s. A. A. Morton
 Fischer, H., Organische Elektrolyse-Inhibitoren. **R. 171**, 156
 Fischer, P. u. a., s. Z. M. Bacq
 Fitzgerald, E. R. u. A. E. Woodward, Polytetrafluoräthylen. **O. 172**, 177
 Flemming, K., Histaminnachweis. **R. 173**, 163
 Flynn, J. H., W. K. Wilson u. W. L. Morrow, Abbau von Cellulose. **R. 172**, 80
 Folman, M. u. D. J. C. Yates, IR-Untersuchung der Adsorption. **R. 171**, 172
 Fontana, C. M., Polypropylen. **R. 171**, 94
 Fordham, J. W. L., s. J. F. Gillespie
 Foreman, W. T., Vanadindipentoxid-Sole. **R. 171**, 92
 Forgacs, O. L. u. S. G. Mason, Suspensionen. 9., 10. **R. 171**, 172, 173
 Forrest, W. W. u. J. M. Sturtevant, Ferrihämoglobin. **R. 172**, 80
 Fothergill, J. E. u. a., s. S. J. Singer
 Franěk, F., Sojabohnen-Proteine. **R. 173**, 156
 Frank, R. L. u. a., s. T. R. Patterson
 Frankel, M. u. a., s. A. Zilkha
 Franzosini, P., s. M. Rolla
 Fraser, R. D. B. u. T. P. Mac Rae, Feder-Keratin. **R. 173**, 157

- Fréchet, V. D., Feststoffe. **B. 172**, 67
 Frederick, M. R. u. a., s. M. Roha
 Freedman, H. H. u. a., s. A. I. Medalia
 Freeman, M. P., Oberflächenbestimmung. **R. 172**, 73
 Freeman, P. I. u. J. S. Rowlinson, Polymere Lösungen. **R. 171**, 157
 Freling, V. u. a., s. R. Sowinski
 Frey, H. E. u. K. E. Kress, Gummianalyse. **B. 172**, 187
 Freytag, K., *Tilia ulmifolia*. **R. 173**, 153
 Fric, F., s. A. R. Neurath
 Friedlander, H. N., Katalysierte Äthylenpolymerisation. **R. 171**, 163
 Friesen, B. S. u. R. L. Sinsheimer, Infektive Nucleinsäure des TMV. **R. 173**, 157
 Frilette, V. J., s. P. B. Weisz
 Fröhlich, F. u. M. Schmundt, Streulichtbestimmung. **R. 173**, 85
 Frohnsdorff, G. J. C. u. G. L. Kington, Wasserstoffbrücken bei der Adsorption. **R. 171**, 88
 Fuchs, W., F. Glaser u. E. Bendel, Filtrierende Adsorption. **R. 171**, 100
 Fujii, H. u. a., s. J. Furukawa
 Fujii, Y., Elektrophorese-Zelle. **R. 171**, 91
 Fujimoto, M., Anionenaustauscher. **R. 173**, 154
 Fujita, H., Konzentrationsabhängige Sedimentation in Zweikomponenten-Systemen. **R. 171**, 78
 —, Polymer-Lösungen. **R. 172**, 190
 Fujita, H., A. M. Linklater u. J. W. Williams, System aus Polystyrol und Cyclohexan. **R. 172**, 86
 Fukutani, H. u. a., s. J. Furukawa
 Funck, E. u. L. Beckmann, Infrarot-Spektralphotometer. **R. 171**, 183
 Funke, W. u. a., s. H. Gilch
 Funke, W. u. a., s. K. Hamann
 Furukawa, J., T. Saegusa u. a., Hochpolymere des Acetaldehyds. **R. 171**, 85
 Furukawa, J., T. Tsuruta u. a., Olefinpolymerisation. **3. R. 173**, 83
 Gábor, M. u. L. Kiss, Hautkapillaren. **R. 171**, 165
 Gadacz, H. u. L. Reimer, Pt-Bedampfung elektronenmikroskopischer Präparate. **R. 171**, 185
 Galligan, J., A. M. Sookne u. a., Baumwolle. **R. 172**, 94
 Gamski, K., Rheologische Eigenschaften mechanischer Modelle. **R. 171**, 156
 Gänshirt, H. u. A. Malzacher, Vitamintrennung. **R. 173**, 163
 Gardner, E. u. a., s. M. K. Hamdy
 Garret, B. S., W. E. Goode u. a., Kristallisierte Polyalkylacrylate. **R. 172**, 80
 Gärtner, K. u. K. Efer, Polyelektrolyte. 1. **R. 173**, 155
 Gärtner, K. u. H. Kühn, Polyelektrolyte. 2. **R. 173**, 155
 Garvey, B. S., Elastomere. **R. 171**, 98
 Gatos, H. C., J. W. Faust u. W. J. Lafleur, Oberflächenchemie. **B. 173**, 79
 Gaylord, W. M., Kohle u. Graphit. **R. 171**, 80
 Gebhardt, E., s. K. Kühn
 Gebhardt, F., s. F. Glaser
 Gee, G. u. a., s. G. Allen
 Geller, J. H., J. H. Custer u. C. A. Zittle, Papierelektrophorese von Proteinen. **R. 173**, 92
 Gent, A. N. u. P. B. Lindley, Innenrisse im Kautschuk. **R. 171**, 191
 Gerl, A. u. a., s. E. Bamann
 German, D. E., s. B. H. Clampitt
 Gerrens, H., Emulsionspolymerisation. **R. 172**, 70
 Gessler, A. M., s. J. S. Binford, jr.
 Geymer, D. O., s. W. R. Krigbaum
 Ghosh, A. G., Klebstoffe auf Resorcinbasis. **R. 173**, 95
 Gibbs, J. H., s. E. A. Dimarzio
 Giddings, J. C. u. a., s. A. L. Ruoff
 Gieleßen, J. u. J. Koppelman, Polymethacrylsäureester. **O. 172**, 162
 Gilbert, A. R. u. S. W. Kantor, Polymerisation von Organosiloxanen. **R. 171**, 163
 Gilch, H., W. Funke u. K. Hamann, Polyesterharze. 2. **R. 173**, 93
 Gilch, H. u. a., s. K. Hamann
 Gillespie, J. F. u. J. W. L. Fordham, Polymerisation von Propylen. **R. 171**, 162
 Gillich, K. H., s. F. W. Aly
 Gillissen, G. u. H. B. Groeneveld, Serum. **R. 171**, 165
 Giovannozzi, G. u. G. Wittmer, Cytologischer Test in Ölemulsionen. **R. 171**, 186
 Glaser, F. u. F. Gebhardt, Viskositätsmessung. **R. 171**, 183
 Glaser, F. u. a., s. W. Fuchs
 Glass, C. A. u. E. H. Melvin, Vinylcopolymere. **R. 171**, 180
 Gleason, E. H., M. L. Miller u. G. S. Sheats, Verzweigungsbildung in Polyacrylamiden. **R. 171**, 181
 Glegg, R. F. u. a., s. C. J. Malm
 Gmelin-Institut, Frankfurt a. M., Barium; Ergänzungsband. System-Nr. 30. **B. 173**, 75
 —, Cadmium, Ergänzungsband; System-Nr. 33. **B. 173**, 76
 —, Sauerstoff; System-Nr. 3. Lieferung 4. **B. 172**, 67; **173**, 143
 —, Silicium, Teil B; System-Nr. 15. **B. 173**, 74
 —, Systematik der Sachverhalte. **B. 173**, 74
 Godfrey, J. J., s. C. G. Overberger
 Goehring, J. B., M. Kerker u. a., Wolframphosphorsäuren. **R. 171**, 159
 Göhring, W., Abhängigkeit der Oberflächenspannung von Bildung und Alterung der Oberfläche. **R. 171**, 156
 Golding, Polymere und Harze. **B. 172**, 190
 Goode, W. E. u. a., s. B. S. Garret
 Goode, W. E. u. a., s. R. K. Graham
 Goodman, M. u. E. E. Schmitt, Polypeptide. **R. 173**, 160
 Gopichand, T., K. J. R. Sarma u. M. N. Rao, Festkörper. **R. 171**, 184
 Gordon, L., M. L. Salutsky u. H. H. Willard, Fällung aus homogener Lösung. **B. 171**, 72
 Gordon, M., C. S. Hope u. L. D. Loan, Heterogene Polymerisation. **R. 172**, 90
 Goreczky, L., Immunkörper. **R. 172**, 72
 Gorguraki, V. u. a., s. B. Jirgensons
 Goring, D. A. I. u. C. C. Bryson, Sedimentation. **R. 172**, 90
 Göring, W., Relaxation der Oberflächenspannung. **R. 171**, 157
 Gorry, J. u. a., s. D. Steinberg
 Gotoh, R. u. a., s. T. Hanai
 Gotshal, Y., L. Rebenfeld u. H. J. White, jr., Kationische grenzflächenaktive Substanzen. 2. **R. 171**, 174
 Gould, R. E. u. a., s. R. R. West
 Goutier, R., Saure Desoxyribonuclease. **R. 172**, 73
 Grabar, P. u. a., s. B. Robert
 Graham, D. R. u. K. W. Statham, Tryptophan in Wolle. 1. **R. 171**, 187
 —, Verfilzung der Wolle. **R. 171**, 192
 Graham, R. K., Polyacrylmethacrylate, γ -Bestrahlung von. **R. 171**, 182
 Graham, R. K., D. L. Dunkelberger u. W. E. Goode, Polymerisation von Styrol. **R. 172**, 70
 Grahame, D. C. u. a., s. J. R. Sams jr.
 Grant, D. H. u. N. Grassie, Polymethacrylsäure. **R. 173**, 160
 Grant, J. N. u. a., s. A. W. McDonald
 Granzer, F., s. G. Haase
 Grassie, N., s. D. H. Grant
 Gratch, S. u. a., s. B. S. Garret

- Green, M., K. R. Jennins u. a., Rekombination von Atomen an Oberflächen. **7. R. 171**, 83
- Gregor, H. P., s. P. Teyssié
- Greinacher, H., Fließen in Kapillaren. **R. 171**, 156, 157
- Griehl, W. u. S. Schaaf, Polymerisation von ϵ -Caprolactam. **R. 171**, 85
- Griffin, E. L. jr. u. a., s. V. F. Pfeifer
- Griffith, J. H. u. B. G. Rånby, Isotaktisches Polypropylen. **R. 171**, 181
- Grigull, U., Chemische Wandreaktion bei Stoff- und Wärmeübergängen. **R. 171**, 80
- Grijotheim, K. u. a., s. O. Borgen
- Groeneveld, H. B., s. G. Gillissen
- Gromova, L. S. u. a., s. R. V. Uzina
- Gross, R. C. u. a., s. A. S. Kenyon
- Gross, W. u. E. Ambs, Adrenalin und Arterienol. **R. 173**, 153
- Grove, C. S., R. S. Casey u. J. L. Vodonik, Fasern. **R. 171**, 100
- Grove, J. E., s. W. J. Diamond
- Grubb, T. C., s. R. L. Bogner
- Grubner, O., Pulver. **R. 173**, 91
- Grubner, O. u. a., s. J. Vacík
- Guba, F., s. M. Holló
- Guest, H. u. a., s. J. Galligan
- Gul, V. E. u. S. A. Vilnits, Kautschuk-Vulkanisate. **R. 171**, 189
- Gumper, J., s. H. Borchers
- Gupta, V. D., Keratin. **R. 173**, 157
- Gusek, W., s. H. Wartenberg
- Guthrie, D. A. u. J. F. Black, Polymerisation von Vinyl-2-äthyl-hexooat. **R. 173**, 151
- Guthrie, J. D. u. a., s. S. R. Hobart
- Haase, G. u. F. Granzer, Keimbildung in Aluminiumfolien. **R. 173**, 164
- Haase, G. u. H. Müller, Photographische Schichten. **R. 171**, 156
- Haase, T., Trockenpressen. **R. 173**, 94
- Haasen, P., Metallkunde. **R. 171**, 195
- Haasen, P. u. a., s. W. in der Schmitten
- Hackerman, N., s. W. H. Wade
- Hackerman, N. u. a., s. W. H. Wade
- Hadley, G. F. u. A. L. Thomas, Filmverdampfer. **R. 173**, 162
- Hager, H., s. W. Wechsler
- Haim, G., Polyäthylen-Halbzeug. **B. 172**, 190
- Halboth, H. u. a., s. H. G. Kilian
- Haley, T. J. u. a., s. L. E. Detrick
- Halfter, G., W. Kuttler u. G. Köhler, Titrierautomat. **R. 171**, 184
- Hall, C. E. u. H. S. Slayter, Ribonucleoprotein-Teilchen aus E.coli. **R. 173**, 157
- Hall, J. I., s. J. Haslam
- Halpin, J. C. u. a., s. L. Mandelkern
- Halsey, G. D. jr. u. a., s. G. Constabaris
- Haly, A. R. u. M. Feughelman, Wollfasern. **R. 172**, 93
- Ham, G. E. u. a., s. G. Sumrell
- Hamann, K., Kunststoffe. **B. 172**, 67
- Hamann, K., W. Funke u. H. Gilch, Gehärtete Polyesterharze. **R. 172**, 70
- Hamann, K., u. a., s. H. Gilch
- Hamdy, M. K., E. Gardner u. a., Dextrane. **R. 173**, 157
- Hanahan, D. J., Lipoid-Chemie. **B. 173**, 77
- Hanai, T., Emulsionen. **O. 171**, 23
- Hanai, T., N. Koizumi u. a., Emulsionen. **O. 171**, 20
- Händler, F., s. P. Kainradl
- Hanson, V., Behandlung elektronenmikroskopischer Präparate. **R. 171**, 185
- Harbrink, P. u. a., s. C. M. Conrad
- Hardwick, W. H. u. a., s. G. Herdan
- Hardy, R. C., n-Hexadecan. **R. 173**, 83
- Harisaki, Y., s. N. Sata
- Harris, H. E., s. J. F. Krasny
- Hart, V. E. u. a., s. S. L. Madorsky
- Haslam, J. u. J. I. Hall, Chlorbestimmung in Polyvinylchlorid. **R. 171**, 186
- Haslam, J. u. a., s. M. Clasper
- Haessner, F. u. a., s. W. in der Schmitten
- Haupt, W., G. Köhler u. D. Müller, Chloroplasten. **R. 171**, 165
- Haurowitz, F., Biochemie. **B. 172**, 67
- Haussühl, S., s. W. v. Engelhardt
- Havemann, R., H. Schiller u. R. Ackermann, Methämoglobin. **R. 172**, 81
- Hawkins, G. A., s. J. B. Jones
- Hay, E. D., Feinstruktur von Nerven. **R. 173**, 153
- Hay, P. M. u. a., s. L. Marker
- Hayashi, Y., s. S. Onogi
- Hayes, T. L., J. C. Murchio u. a., Lipoprotein. **R. 172**, 81
- Heber, U., Papierchromatographie. **R. 173**, 163
- Hegemann, F. u. H. Thomann, Tonanalyse. **R. 173**, 91
- Heidt, L. J., Photochemie. **B. 171**, 77
- Heijboer, I. J., Glasartige Polymeren. **O. 171**, 7
- Hejrowsky, J., Polarographisches Praktikum. **B. 171**, 155
- Helf, S., s. C. G. C. White
- Heller, W. u. M. Nakagaki, Lichtstreuung kugelförmiger Kolloide. **7. R. 171**, 78
- Heller, W., E. Rowe u. a., Koagulation kolloider Systeme. **R. 172**, 77
- Heller, W., s. M. Nakagaki
- Heller, W., s. W. J. Pangonis
- Hellwege, K. H., Metalle, Gläser und Kunststoffe. **R. 173**, 93
- Hellwege, K. H. u. G. Langbein, Polyäthylenterephthalat. **O. 172**, 44
- Hemmings, A. W., s. G. R. Tata
- Henglein, A., Vernetzung von Polymeren. **R. 172**, 87
- Henglein, A., W. Schnabel u. R. C. Schulz, Acroleinpolymerisation. **14. R. 173**, 83
- Herbolsheimer, E. u. a., s. H. Rath
- Herczyńska, E., Adsorption. **R. 173**, 155
- Herdan, G., M. L. Smith u. a., Statistik der kleineren Teilchen. **B. 173**, 79
- Hermans, J., J. W. Donovan u. H. S. Scheraga, Differenzspektren. **R. 171**, 157
- Herve, A. u. a., s. Z. M. Bacq
- Higgins, G. M. C. u. a., s. G. I. Cunneen
- Higgins, H. G., s. A. H. Nissan
- Highby, D. u. a., s. L. E. Detrick
- Higuchi, W. I. u. C. T. O'Konski, Keimbildung. **R. 173**, 81
- Hill, N. E., Dielektrische Relaxation. **R. 173**, 147
- Hill, T. L., s. D. Stigter
- Hiller, W., s. L. Reichel
- Hills, G. J. u. a., s. A. O. Jakubovic
- Hills, J. F., Rotationsviskosimeter. **R. 173**, 91
- Hirota, S., s. M. Takada
- Hirsch, H. M., Strahlenschutzmittel. **R. 171**, 168
- Hnojewy, W. S. u. L. H. Reyerson, Lysozym. **R. 171**, 179
- Hobart, S. R., G. L. Drake, jr. u. J. D. Guthrie, Partielle phosphonmethylierte Baumwolle. **R. 171**, 192
- Hock, L. u. a., s. J. Eggert
- Hoffman, J. D., s. J. I. Lauritzen, jr.
- Höfler, K., Diatomee Caloneis obtusa. **R. 173**, 153
- , Protoplasma. **R. 173**, 153
- Hofmann, F., Gießereisande. **R. 172**, 192
- Hofmann, H., Qualitative Analyse. **B. 172**, 190
- Holleman, A. F., Organische Chemie. **B. 171**, 155
- Holleman, A. F. u. E. Wiberg, Anorganische Chemie. **B. 172**, 67

- Holló, J., J. Szejtli u. J. Hornyák, Viskosität von Stärke-Pasten. **R. 171**, 93
- Holló, M. u. F. Guba, Elektronenmikroskopie. **R. 172**, 190
- Holt, P. F. u. C. W. Went, Wechselwirkungen von Kieselsäure mit Oberflächenfilmen von Pepsin, Laminarin und Celluloseacetat. **R. 171**, 88
- v. Holt, C., I. Voelker u. L. v. Holt, Tritiummarkierung. **R. 171**, 179
- v. Holt, L. u. a., s. C. v. Holt
- Hölzl, J., s. E. Bancher
- Honn, F. J. u. a., s. D. A. Stivers
- Hope, C. S. u. a., s. M. Gordon
- Hopkins, I. L. u. W. O. Baker, Polyäthylen. **R. 173**, 93
- Hörhammer, L., H. Wagner u. W. Probst, Diuretisches Prinzip. **R. 171**, 166
- Hori u. a., s. A. S. Argon
- Hörig, K., s. H. Köbel
- Horne, R. W., Gelberüben-Virus. **R. 171**, 179
- , Poliomyelitis-Virus. **R. 173**, 85
- Horne, R. W. u. a., s. S. Brenner
- Hornyák, J. u. a., s. J. Holló
- Howard, J. W. u. F. A. McCord, Baumwolle. 4. **R. 171**, 192
- Howell, P. A., Synthetische Zeolithe. **R. 172**, 68
- Hughes, R. E., s. J. B. Kinsinger
- Huisman, T. H. J., J. van de Brande u. C. A. Meyering, Tierische Hämoglobine. **R. 173**, 85
- Humphreys, G. C. u. a., s. A. W. McDonald
- Husemann, E., Amylose. **R. 173**, 88
- Ikeda, S. u. T. Isemura, Monomolekulare Schichten. **R. 173**, 86
- , Polypeptide. 3. **R. 173**, 158
- Ikenaka, T. u. a., s. B. Jirgensons
- Imada, T. u. a., s. J. Furukawa
- Imahori, K., Poly-L-glutaminsäure. **R. 173**, 161
- in der Schmitt, W., P. Haasen u. F. Haessner, Aluminium-Bikristalle. **R. 171**, 195
- Ingram, D. J. u. a., s. M. Edwards
- Ino, T. u. a., s. K. Meguro
- Iovleva, M., s. A. A. Tager
- Isaac, P. J., s. W. M. Jones
- Isaac, P. J. u. a., s. W. M. Jones
- Isemura, T., s. S. Ikeda
- Ishida, Y., Polyoxymethylen. **W. K. 171**, 149
- , Polyvinylchlorid. **W. K. 171**, 71
- Ishida, Y., O. Amano u. M. Takayanagi, Hochpolymere. **O. 172**, 126
- , Polyacrylnitril. **O. 172**, 129
- Ishikawa, T., Polymere. **R. 173**, 147
- Ito, H. u. a., s. M. Negishi
- Iwanow, W. W. u. a., s. D. S. Beljankin
- Jadd, E. C. u. a., s. C. Placek
- Jagdt, R., Alkalisilicatgläser. **R. 173**, 95
- Jakubovic, A. O., G. J. Hills u. J. A. Kitchener, Phenylsulfonsäureharze. **R. 171**, 97
- James, J. F. P. u. a., I. G. Watt
- Janeschitz-Kriegl, H., Strömungsdoppelbrechung des Polystyrols. **R. 171**, 94
- Janko, A., Wasserstoffreiche Phase in Nickel. **R. 173**, 164
- Jansen, H. u. L. Mackensen, Rechtschreibung. **B. 172**, 188
- Jarvis, N. L. u. W. A. Zisman, Grenzflächenaktivität fluorierter organischer Verbindungen. 2. u. 3. **R. 172**, 74
- , Teflon. **R. 171**, 182
- Jasquier, M. R., Chemische Bindung. **B. 173**, 79
- Jenckel, E., s. H. G. Kilian
- Jenckel, E. u. a., s. H. G. Kilian
- Jenkins, A. D., Vinylpolymerisation. **R. 171**, 160
- Jennins, K. R. u. a., s. M. Green
- Jenny, H., s. J. de Lopez-Gonzales
- Jerchel, D. u. a., s. W. Kern
- Jirgensons, B., T. Ikenaka u. V. Gorguraki, Bence-Jones-Proteine. **R. 171**, 93
- Johnson, A. L. u. a., s. L. V. Peakes
- Jones, J. B. u. G. A. Hawkins, Thermodynamik. **B. 171**, 155; **173**, 144
- Jones, W. M. u. P. J. Isaac, Durchfluß von CO₂ und N₂ durch poröse Rußproben. **R. 171**, 83
- Jones, W. M., P. J. Isaac u. D. Phillips, Adsorption von CO₂ und N₂ an Ruß. **R. 171**, 89
- Jordan, D. O. u. T. Kurucsev, Polyelektrolyte. 5., 6., 7. **R. 173**, 89, 90
- Joseph, N. R., s. M. B. Engel
- Jouwersma, C., Wasserdiffusion in Kunststoffen. **R. 171**, 98
- Jurinak, J. J. u. D. H. Volman, Adsorption von Olefinen. **R. 171**, 90
- Kaderabek, G., s. G. Serini
- Kainradl, P. u. F. Händler, Kerbzähigkeit von Kautschuk. **R. 172**, 92
- , Vulkanisate. **R. 171**, 99
- Kalaus, A. E. u. a., s. B. A. Dolgoplosk
- Kalman, O. F. u. C. P. Smyth, Mikrowellen-Absorption. 28. **R. 173**, 147
- Kamiya, N., Protoplasma-Strömung. **B. 171**, 73
- Kämpf, G., Polykohlenäureester des 4,4'-Dioxydiphenyl-2,2-propans. **O. 172**, 50
- Kanig, G., Schmelz- und Gefriervorgänge in Lösungen und Gelen. **O. 173**, 97
- Kantor, S. W., s. A. R. Gilbert
- Kapoor, R. C., Rinderserumalbumin. **R. 172**, 81
- Karrer, P., Lehrbuch der organischen Chemie. **B. 171**, 154
- Katchalsky, A. u. a., s. G. Blauer
- Katti, P. K. u. a., s. M. M. Chaudhri
- Katuno, A. u. a., s. S. Nakamura
- Kautzmann, R. u. a., s. F. Reiff
- Kawasaki, A. u. a., s. J. Furukawa
- Kędzierska, K., s. A. Ziabicki
- Keil, B., s. B. Meloun
- Keller, A. u. A. O'Connor, Polyäthylen. **R. 173**, 161
- Keller, L. u. a., s. E. Waldschmidt-Leitz
- Kemball, C. u. a., s. D. J. Wheeler
- Kemnitz, G., Reifen-Cord. **R. 171**, 99
- Kempe, L. L., Fermentation. **R. 173**, 164
- Kennedy, J., Salzextraktion durch phosphorylierte Polymere. **R. 171**, 187
- Kennett, R. H. u. a., s. I. G. Watt
- Kent, A. u. a., s. R. S. Casey
- Kenyon, A. S., R. C. Gross u. A. L. Wurstner, Polystyrol. **R. 171**, 182
- Kerber, H., Polystyrolperoxyd. **R. 172**, 87
- Kerker, M., s. E. Matijević
- Kerker, M. u. a., s. J. B. Goehring
- Kerker, M. u. a., s. E. Matijević
- Kerkut, G. A. u. a., s. M. Edwards
- Kern, W., D. Jerchel u. a., Katalase und Leberproteine. **R. 171**, 160
- Kern, W. u. a., s. H. Cherdron
- Kerr, I. S., s. R. M. Barrer
- Kestin, J. u. H. E. Wang, Viskosität. **R. 171**, 80
- Kiefer, J. E., G. P. Touey u. J. R. Caldwell, Celluloseacetat-Succinamate. **R. 171**, 179
- Kiel, O. G., s. C. G. Dodd
- Kienhuis, H., G. Blasse u. J. Matze, Peptide und Proteine. **R. 173**, 83
- Kilb, R. W., Viskositätszahlen von Polymeren. **R. 172**, 87
- Kilian, H. G. u. E. Jenckel, Teflon und Hostafon. **R. 171**, 187

- Kilian, H. G., H. Halboth u. E. Jenckel, Polyterephthalsäureglykolester. **O. 172**, 166
- Killey, G. B. u. a., s. L. Marker
- Kincaid, J. F. u. a., s. B. S. Garret
- King, M. V., Glucagon. **R. 173**, 85
- Kington, G. L. u. A. C. Macleod, Gasadsorption an Chabazit. **R. 171**, 81
- Kington, G. L., s. G. J. C. Frohnsdorff
- Kinoshita, Y., Polyheptamethylenpimelamid (Nylon 77). **R. 171**, 94
- , Strukturuntersuchungen an Polyamiden. **R. 171**, 94
- Kinsinger, J. B. u. R. E. Hughes, Polypropylen. **R. 172**, 87
- Kipling, J. J. u. E. H. M. Wright, Adsorption von Flüssigkeitsgemischen. **R. 171**, 88
- Kirby, K., Isolierung von Desoxyribonucleinsäure. **R. 171**, 93
- Kirchner, K., s. F. Patat
- Kiselev, A. V., N. V. Kovaleva u. a., Adsorption von Dämpfen an Ruß. **R. 172**, 74
- Kishimoto, A. u. K. Matsumoto, Polyvinylacetat. **R. 172**, 74
- Kiss, L., s. M. Gábor
- Kitchener, J. A. u. a., s. A. O. Jakubovic
- Klein, E. u. R. Matejec, Silberkeime. **R. 171**, 81
- Klein, E. u. a., s. J. B. McKelvey
- Klein, R. L. u. R. J. Neff, Mitochondrien. **R. 171**, 166
- Kleinschmidt, A., D. Lang u. R. K. Zahn, Molekulare Fäden von Desoxyribonucleinsäure. **R. 171**, 178
- Kline, G. M. u. a., s. B. G. Achhammer
- Kloos, K. H., s. H. Wiegand
- Klumb, H. u. T. Dahlem, Radioaktives Aerosol der Atmosphäre. **R. 171**, 174
- Kobatake, Y., Irreversible elektrochemische Membranprozesse. 2. **R. 171**, 91
- Koch, M., Nitrierzonen des Stahls. **R. 171**, 195
- Kochendörfer, A., Metalle. **R. 171**, 195
- Kodera, K. u. Y. Onishi, Spezifische Oberfläche. **R. 173**, 87
- Köhler, G. u. a., s. G. Halfter
- Köhler, G. u. a., s. W. Haupt
- Koizumi, N. u. a., s. T. Hanai
- Köbel, H. u. K. Hörig, Grenzflächenaktive Substanzen. 2. **R. 172**, 78
- Kondo, T. u. a., s. K. Meguro
- Konieczny, L., s. T. W. Szczepkowski
- Koenig, V. L. u. a., s. R. Sowinski
- Konopicky, K., Feuerfeste Massen. **R. 173**, 95
- Konouck, B. C. u. a., s. D. McIntyre
- Kopfermann, H., Kernmomente. **B. 171**, 74
- Koppelman, J., s. J. Gieleßen
- Korablev, Yu. G. u. a., s. I. A. Levitin
- Kordes, E., Polarisationsmikroskopische Bestimmung anorganischer Substanzen. **B. 171**, 74
- Kořínek, J. u. a., s. Z. Vadrážka
- Kormilzeva, Z. P. u. a., s. G. A. Blokh
- Korndorfer, F., Polarisations-Mikroskopie. **R. 173**, 163
- Kornev, A. E. u. a., s. I. A. Levitin
- Kornguth, S. E. u. a., s. H. van Kley
- Kortüm, G. u. J. Vogel, Auswertung von Papierchromatogrammen. **R. 171**, 95
- Koryushenko, Z. A. u. a., s. B. A. Dolgoplosk
- Kosfeld, R., Polystyrol. **O. 172**, 182
- Kostiukov, N. u. a., s. V. P. Shatalov
- Koutecký, J. u. J. Weber, Polarographische Ströme. **R. 173**, 87
- Kovacs-Jung, A. M. u. a., s. P. Metain
- Kovaleva, N. V. u. a., s. A. V. Kiselev
- Kovats, E., s. A. Wehrli
- Krasny, J. F. u. H. E. Harris, Wollgewebe. **R. 172**, 93
- Kratky, O. u. H. Sand, Naturkautschuklösungen. **O. 172**, 18
- Kratohvil, J. P., s. G. Deželić
- Kraus, K. A. u. a., s. F. Nelson
- Krause, S. u. C. T. O'Konski, Elektrische Eigenschaften von Makromolekeln. **R. 171**, 177
- Krebs, H., Anorganische Hochpolymere. **R. 171**, 81
- Kreger, D. R., s. B. J. D. Meeseuse
- Kreider, L. C. u. a., s. M. Roha
- Kreiss, M., Weich-PVC-Mischungen. **R. 173**, 93
- Kress, K. E., s. H. E. Frey
- Kressman, T. R. E. u. F. L. Tye, Ionentransport durch ionenselektive Membranen. **R. 171**, 88
- Kretzmann, R., Automatisierungstechnik. **B. 171**, 76
- Krieger, I. M., s. T. H. Dougherty
- Krigbaum, W. R. u. D. O. Geymer, System Polystyrol/Cyclohexan. **R. 172**, 190
- Krisai-Knyrim, D., Basidiomyceten-Hyphen. **R. 171**, 166
- Krishnan, R. S. u. S. R. Sivarajan, Lichtstreuung. **R. 173**, 147
- Kroll, W., s. F. Scheffer
- Krönke, H., s. H. Thiele
- Krygina, M. K. G. u. a., s. V. P. Shatalov
- Krymov, B. M. u. a., s. N. N. Pavlov
- Kuhn, A., Kolloidchemie. **B. 171**, 155
- Kuhn, S. J. u. a., s. G. A. Olah
- Kühn, H., s. K. Gärtner
- Kühn, K. u. E. Gebhardt, Cr(III)-Komplexe mit Kollagen. **R. 172**, 81
- Kumatori, T. u. a., s. L. G. Lajtha
- Kümmerle, R., s. W. Patterson
- Künkel, H. A. u. a., s. G. Schubert
- Kurata, M., s. K. Nakanishi
- Kuri, Z., H. Ueda u. S. Shida, Polyvinylchlorid. **R. 172**, 88
- Kurucsev, T., s. D. O. Jordan
- Kuttler, W. u. a., s. G. Halfter
- Kuzmak, J. M. u. P. J. Sereda, Wasserbewegung durch poröse Stoffe. 2. **R. 171**, 157
- Kvapil, J., s. J. Mýl
- Laatsch, W., Mineralböden. **B. 171**, 154
- Lafleur, W. J. u. a., s. H. C. Gatos
- Laible, R. C. u. L. I. Weiner, Synthetische Fasern. **R. 172**, 94
- Laita, Z., Radikalpolymerisation von Äthylen. **R. 171**, 164
- Laitinen, H. A., Chemische Analyse. **B. 173**, 143
- Lajtha, L. G., R. Oliver u. a., Biosynthese der Desoxyribonucleinsäure. **R. 171**, 168
- Laki, K. u. J. Standaert, Actin. **R. 172**, 81
- Lambertson, W. A. u. a., s. G. E. Mangsen
- Lamp, H., s. H. Thiele
- Lancaster, E. B. u. a., s. V. F. Pfeifer
- Lang, D. u. a., s. A. Kleinschmidt
- Lang, K., Biochemie der Ernährung. **B. 171**, 153
- Langbein, G., s. K. H. Hellwege
- Lange, H., Tagungsbericht „Grenzflächenaktive Substanzen.“ **T. 173**, 141
- Lange, R. u. a., s. A. Pihl
- Langemann, H., s. F. Patat
- Lapin, B. W. u. a., s. D. S. Beljankin
- Laskowski, M. jr., S. J. Leach u. H. A. Scheraga, Insulin. **R. 172**, 81
- László, Z., Oberflächen. **O. 172**, 63
- Latimer, P. u. E. Rabinowitch, Pigmente. **R. 171**, 87
- Latremouille, G. A., G. T. Merrill u. A. M. Eastham, Kationenpolymerisation von Äthylenoxyd. **R. 172**, 70
- Laurence, P., Zellstruktur. **B. 173**, 80
- Lauritzen, J. I. jr. u. J. D. Hoffman, Polymere. **R. 173**, 81
- Laves, F., s. H. H. Pfenninger

- Lawson, A. W., Amorphe Polymere. **R. 171**, 158
- Leach, K. u. a., s. M. Edwards
- Leach, S. J. u. a., s. M. Laskowski, jr.
- Lee, R. E., C. R. Finch u. J. D. Woledge, Durchmischen von Flüssigkeiten. **R. 173**, 81
- Leeder, J. D., s. J. H. Bradbury
- Lees, C. W. u. a., s. J. R. Sams, jr.
- Lenti, G. u. a., s. C. Ambrosino
- Leonhardt, H. u. A. Weller, Hydratisierte Kationen. **R. 171**, 160
- Leont'ev, E. A. u. V. M. Luk'janovič, Elektronenmikroskopische Präparationstechnik. **R. 172**, 90
- Leuchs, O., Kunststoffe. **R. 173**, 93
- Leugering, H. J., Poly-4-methylpenten-1. **W. K. 172**, 184
- Levesque, C. L. u. a., s. B. S. Garret
- Levi, A. C. u. a., s. A. Catino
- Levington, L. u. J. E. Darnell, Typus 1 des Polio-Virus. **R. 171**, 168
- Levington, L., s. J. E. Darnell
- Levitin, I. A., Yu. G. Korablev u. a., Kautschukreifen. **R. 171**, 189
- Levitt, J., Zellpermeabilität. **R. 173**, 153
- Levy, M. u. M. Szwarc, Anionische Polymerisation. **R. 172**, 71
- Lewis, A. F., s. R. R. Myers
- Lewis, T. D., s. J. C. Bevington
- Libby, D., M. G. Ormerod u. A. Charlesby, Polymere. **R. 173**, 90
- Liberatori, J., s. C. Ambrosino
- Liberatori, J. u. a., s. C. Ambrosino
- Liébecq, C. u. S. Liébecq-Hutter, Fluoracetat. **R. 173**, 86
- Liébecq-Hutter, S., s. Liébecq, C.
- Liebhaufsky, H. A., H. G. Pfeiffer u. a., Spektrochemische Analyse. **B. 173**, 79
- Liener, I. E., s. R. C. Wong
- Lindemann, M. u. a., s. F. Reiff
- Lindgren, F. T. u. a., s. T. L. Hayes
- Lindlar, F., Ninhhydrinpositive Substanzen in Anionenaustauschern. **R. 171**, 187
- Lindley, P. B., s. A. N. Gent
- Lindner, H., Chloroplaste. **R. 171**, 166
- Linhardt, J. G., Plasmaphysik. **B. 173**, 78
- Linklater, A. M. u. a., s. H. Fujita
- Linnett, J. W. u. a., s. M. Green
- Liquori, A. M., F. Ascoli u. a., Polyelektrolyte. **R. 171**, 182
- Liquori, A. M. u. a., s. C. Botré
- Loan, L. D. u. a., s. M. Gordon
- Lodge, A. S., Gummiartiges Material. **O. 171**, 46
- Long, F. A. u. D. Richman, Diffusionen von Polymeren. **R. 172**, 88
- Long, F. A., s. D. Richman
- Lontie, R., s. G. Préaux
- Loštický, C., s. J. Šponnar
- Lourigan, G. H. u. a., s. J. Galligan
- Lovreček, B. u. J. O. M. Bockris, Grenzflächenpotential Germanium/Lösung. **R. 171**, 91
- Low, M. J. D. u. H. A. Taylor, Adsorption von Wasser und Kohlenmonoxyd. **R. 171**, 90
- Lowicki, N., Staubsinterung. **R. 172**, 96
- Lüdde, K. H., Pharmazeutische Zubereitungen. **W. K. 171**, 150
- Lüers, H. u. a., s. F. Reiff
- Luk'janovič, V. M., s. E. A. Leont'ev
- Lund, G. V. u. W. T. Waters, Cellulose-Gewebe. **R. 171**, 194
- Lundegårdh, H., Enzymsysteme. **R. 171**, 167
- Lux, J. F. u. a., s. R. R. West
- Lyman, C. A., B. P. Baliga u. M. W. Slay, Reaktionen von Proteinen mit Gossypol. **R. 171**, 93
- Maass, G., G. Schneider u. G. Wilhelm, System Methylenchlorid/Tetrachlorkohlenstoff. **R. 173**, 147
- Maass, H., Alginsäure. **B. 173**, 144
- Maass, H. u. a., s. G. Schubert
- Maatman, R. W. u. C. D. Prater, Cumol-Spaltung durch Aluminiumsilicat-Katalysatoren. **R. 171**, 92
- Mabis, A. J., s. G. F. Dasher
- Mach, O. u. a., s. Z. Vodrážka
- MacIver, D. S., R. C. Zabor u. P. H. Emmett, Adsorption von normalen Olefinen. **R. 171**, 89
- Mackay, D. u. P. Meares, Kationenaustauscherharze. **R. 171**, 99
- , Kationenaustauschermembranen. **O. 171**, 139
- Mackensen, L., s. H. Jansen
- MacLaughlin, M. M. u. a., s. R. L. Brent
- Macleod, A. C., s. G. L. Kington
- Mac Rae, T. P., s. R. D. B. Fraser
- Madague, P. u. a., s. A. Dunjic
- Mádlo, Z., Cystein-Desulphydrase. **R. 173**, 86
- Madorsky, S. L., V. E. Hart u. S. Straus, Pyrolyse von Cellulose-Derivaten. **R. 172**, 82
- Madorsky, S. L., s. S. Straus
- Magat, M., Ionische Polymerisation. **R. 173**, 151
- , Pfröppolymersate. **R. 173**, 93
- Maier, K. H. u. E. A. Scheuermann, Membranen. **O. 171**, 122
- Maisin, H. u. a., s. A. Dunjic
- Majumdar, S. K., Mycobacillin. **R. 171**, 166
- Malden, P. J. u. J. D. F. Marsh, Bestimmung von Oberflächengrößen. **R. 171**, 90
- Malm, C. J., L. J. Tanghe u. R. E. Glegg, Celluloseester. **R. 171**, 179
- Malmström, B. G., R. Mosbach u. T. Vänngård, Pilz-Laccase. **R. 171**, 168
- Malzacher, A., s. H. Gänshirt
- Mandeles, S., Abtrennung von Proteinen aus biologischen Materialien. **R. 173**, 93
- Mandelkern, L., D. E. Roberts u. a., Polyäthylene. **R. 172**, 88
- , Polyäthylene-Netzstrukturen. **R. 172**, 88
- Mangsen, G. E., W. A. Lambertson u. B. Best, Aluminiumoxyd. **R. 172**, 69
- Mansford, R. E. u. a., s. T. K. Ross
- Mar, B. W. u. A. L. Babb, Extraktion mit einer Siebplattensäule. **R. 171**, 80
- Marchessault, R. H., u. S. G. Mason, Gasblasen. **R. 173**, 147
- Marker, L., P. M. Hay u. a., Isotaktisches Polypropylen. **R. 171**, 182
- Markwardt, F. u. E. Schulz, Hemmstoff für Thrombin. **R. 171**, 166
- Maron, S. H. u. N. Nakajima, Thermodynamik von Nichteletrolytlösungen. **R. 171**, 190
- Marsh, J. D. F., s. P. J. Malden
- Marshall, C. E., s. K. B. Deshpande
- Martin, H., s. F. H. Müller
- Martinot, A., Physikalische Ähnlichkeit. **B. 173**, 79
- Marvel, C. S., Organische Chemie der Hochpolymeren. **B. 171**, 72
- Marz, M. u. G. V. Schulz, Cellulosen und Cellulose-nitrate. **R. 173**, 88
- Mason, S. G., s. G. J. Biejer
- Mason, S. G., s. O. L. Forgacs
- Mason, S. G., s. R. H. Marchessault
- Matejec, R., s. E. Klein
- Mathews, M. B., Chondroitinsulfat. **R. 171**, 177
- Matijević, E. u. M. Kerker, Heteropolyverbindungen. **4. R. 171**, 159
- , Phosphorwolframsäuren. **R. 172**, 69
- Matijević, E., D. Broadhurst u. M. Merker, Koagulationseffekte hochgeladener Gegenionen. **R. 171**, 173
- Matijević, E. u. a., s. J. B. Goehring

- Matsuda, H., Elektrische Doppelschicht. **R. 172**, 76
 —, Elektrodenprozesse. 2. **R. 172**, 76
 Matsuda, H. u. P. Delahay, Elektrodenprozesse. **R. 172**, 76
 Matsumoto, K., s. A. Kishimoto
 Matze, J. u. a., s. H. Kienhuis
 Maurer, H.-J., Wirkung ionisierender Strahlungen. 1., 2. **R. 171**, 169
 Maury, P. u. a., s. P. T. Mora
 McCall, D. W. u. E. W. Anderson, Lineare Polyamide. **R. 172**, 89
 McCarthy, J. L. u. a., s. J. Moacanin
 McClellan, A. L., s. G. Pimentel
 McCord, F. A., s. J. W. Howard
 McCrum, N. G., Copolymere aus Tetrafluoräthylen und Hexafluorpropylen. **R. 171**, 180
 McDonald, A. W., G. C. Humphreys u. J. N. Grant, Chemisch veredelte Baumwolle. 5. **R. 172**, 93
 McIntyre, D., J. H. O'Mara u. B. C. Konouck, System Polystyrol/Cyclohexan. **R. 171**, 95
 McIntyre, D., s. J. H. O'Mara
 McKelvey, J. B., B. G. Webre u. E. Klein, Baumwollgewebe. **R. 171**, 193
 McMahon, G. B., s. J. G. Downes
 McMahon, R. E., 2-Butylaminomethyl-1,4-benzodioxan-¹⁴C. **R. 171**, 167
 McPhee, J. R., Umsetzung von Wolle. **R. 172**, 93
 —, Unschrumpfbar machen von Wolle. **R. 172**, 93
 Meares, P., Kationenaustauscherharze. 3. **R. 171**, 84
 Meares, P., s. D. Mackay
 Medalta, A. I., H. H. Freedman u. S. Sinha, Polyseifen. **R. 171**, 182
 Meeseuse, B. J. D. u. D. R. Kreger, Algen-Stärke. **R. 171**, 177
 Meguro, K., T. Kondo u. a., Grenzflächenaktive Substanzen. **R. 171**, 175
 Meier, H., s. W. Noddack
 Meldau, R., Handbuch der Staubtechnik. Bd. 2. **B. 172**, 188
 Mele, A. u. a., s. C. Botré
 Mele, A. u. a., s. A. M. Liquori
 Meloun, B., J. Vanžek u. a., Proteine. 57. **R. 173**, 158
 Melvin, E. H., s. C. A. Glass
 Merkel, E., Verarbeitung von Polytetrafluoräthylen. **R. 171**, 98
 Merker, L., Silicatglas-Fasern. **R. 171**, 195
 Merler, E. u. a., s. P. T. Mora
 Merrill, G. T. u. a., s. G. A. Latremouille
 Messwarb, G., E. Paschke u. P. Seibel, Emulgatoren. **R. 172**, 91
 Mézaros, L., Kapillarwellen. **R. 173**, 92
 Metais, P., A. M. Kovacs-Jung u. M. Daune, Makroglobuline. **R. 172**, 82
 Meyer-Arendt, J. R., u. N. Baba, Paraproteine. **R. 171**, 178
 Meyerhans, K., Epoxydharze. **R. 173**, 94
 Meyerhoff, G., s. K. Nachtigall
 Meyering, C. A. u. a., s. T. H. J. Huisman
 Michaels, A. S. u. A. R. Colville, jr., Grenzflächenaktive Substanzen. **R. 172**, 69
 Michalik, E. R., s. L. E. Alexander
 Michie, R. I. C., s. J. Dlugosz
 Miller, A. A., Polyvinylchlorid. **R. 173**, 161
 Müller, M. L. u. C. E. Rauhut, Block- und Pfropfpolymeren. **R. 171**, 180
 —, Poly-tert.-Butylacrylat. **R. 171**, 183
 Müller, M. L., M. C. Botty u. C. E. Rauhut, Polyacrylsäure. **R. 173**, 90
 Müller, M. L. u. a., s. E. H. Gleason
 Miller, R. L., Polypropylen. **R. 173**, 90
 Minor, F. W., s. A. M. Schwartz
 Mishuck, E. u. a., s. R. F. Chaiken
 Mitchell, R. I. u. J. M. Pilcher, Teilchengrößenbestimmung in Aerosolen. **R. 171**, 96
 Miyamoto, S., Grenzflächenerscheinungen. 3, 4. **R. 173**, 156
 Moacanin, J., V. F. Felicetta u. J. L. McCarthy, Lignin. 10. **R. 172**, 82
 Moacanin, J., H. Nelson u. a., Lignin. 11. **R. 172**, 82
 Mölbert, E., Skelettmuskel. **R. 173**, 153
 Moldenhauer Brooks, M., Negative Redoxpotentiale in Zellen. **R. 171**, 166
 Möller, W., s. G. A. J. van Os
 Monier, R., s. B. Ekert
 Monzini, A. u. G. Dapelli, Verdampfungstemperatur von Kondensmilch. **R. 171**, 194
 Mooney, E. F. u. a., s. M. Clasper
 Moore, A. M. u. a., s. H. DeWald
 Moore, A. T. u. a., s. V. W. Tripp
 Moore, W. R., s. G. P. Pearson
 Mora, P. T., E. Merler u. P. Maury, Polysaccharide. 4. **R. 171**, 161
 Morawetz, H. u. T. A. Fadner, Polymerisation von Acrylamid. **R. 171**, 161
 Morgan, M. S. u. a., s. A. M. DeWald
 Morris, M. A. u. B. Wilsey, Abbau von Baumwolle. **R. 171**, 193
 Morrow, W. L. u. a., s. J. H. Flynn
 Morton, A. A. u. R. A. Finnegan, Alfinokatalysatoren aus Cycloalkenen. **R. 171**, 164
 Morton, A. A. u. L. D. Taylor, Katalysatoreinfluß auf Polymerisationsreaktionen. **R. 171**, 164
 Mosbach, R. u. a., s. B. G. Malmström
 Mukherji, B. K., s. A. K. Biswas
 Müller, D. u. a., s. W. Haupt
 Müller, F. H., Rheologie. **R. 173**, 145
 Müller, F. H. u. A. Engelter, Polyvinylchlorid. **W. K. 171**, 152
 Müller, F. H. u. H. Martin, Kalorimeter. **O. 172**, 97
 —, Polyisocyanat-Kautschuk. **O. 171**, 119
 Müller, F. H., s. W. Dick
 Müller, H., s. G. Haase
 Müller, W., Elastische Verformung. **B. 172**, 187
 Munday, K. A. u. a., s. M. Edwards
 Murchio, J. C. u. a., s. T. L. Hayes
 Mushran, S. P., s. Y. D. Upadhyya
 Muus, L. T. u. a., s. W. M. D. Bryant
 Myers, R. R. u. A. F. Lewis, Grenzfläche Quarz/Elektrolytlösung. **R. 172**, 76
 Mýl, J. u. Kvapil, Löslichkeitsbestimmung. **R. 173**, 92
 Mysels, K. J., Kolloidchemie. **B. 172**, 190
 Nachtigall, K. u. G. Meyerhoff, Diffusionskoeffizient von Hochpolymeren. **R. 171**, 96
 Nagai, K., Lineare Makromolekel in Lösung. **R. 171**, 78
 Nagamatsu, K., Hochpolymere. **O. 172**, 141
 Nakagaki, M. u. W. Heller, Lichtstreuung anisotroper Makromolekel. **R. 171**, 159
 Nakagaki, M., s. W. Heller
 Nakajima, N., s. S. H. Maron
 Nakamura, S., K. Takeo u. a., „Überkreuzungs“-Papieroelektrophorese. **R. 171**, 96
 Nakanishi, K. u. M. Kurata, Polyvinylalkohol. **R. 173**, 90
 Natta, G., Stereospezifische Polymerisation. **R. 173**, 151
 Natta, G., P. Corradini u. I. W. Bassi, Polyvinylcyclohexan. **R. 173**, 161
 Natta, G., F. Danusso u. D. Sianesi, Polymerisation und Copolymerisation von Vinylverbindungen. **R. 171**, 85
 Neff, R. J., s. R. L. Klein
 Negishi, M. u. N. Aida, Partiiell cyanäthylierte Baumwolle. **R. 171**, 193

- Negishi, M., H. Ito u. N. Aida, Cyanäthylierte Baumwolle. **R. 171**, 193
- Nehring, D., s. H. Dreyer
- Nelson, F., R. M. Rush u. K. A. Kraus, Anionenaustausch. **27. R. 172**, 75
- Nelson, H. u. a., s. J. Moacanin
- Nerurkar, M. K., A. J. Baxi u. M. B. Sahasrabudhe, Methionin. **R. 173**, 86
- Netter, H., Theoretische Biochemie. **B. 173**, 144
- Neunhoeffer, O., Organische Substanzen. **B. 171**, 155
- Neurath, A. R. u. F. Fric, Auswertung von Papierchromatogrammen. **R. 171**, 96
- Neurath, H. u. a., s. B. L. Vallee
- Newton, R. C., s. R. H. White
- Nichol, A. V. u. a., s. T. L. Hayes
- Nichols, L. W. u. a., s. J. M. Creeth
- Nicholson, J. P. u. a., s. G. Allen
- Nischwitz, E., s. H. Zahn
- Nissan, A. H., Zerreißfestigkeit von Festkörpern. **R. 173**, 148
- Nissan, A. H. u. H. G. Higgins, Viskoelastizität. **R. 173**, 81
- Nitzsche, S., Methylwasserstoffpolysiloxan. **R. 171**, 162
- Nojdack, W. u. H. Meier, Photographische Sensibilisierung. **R. 171**, 78
- Noll, W., Silicone. **B. 173**, 80
- Noller, C. R., Organische Chemie. **B. 171**, 155
- Nomura, M. u. J. D. Watson, Ribonucleoprotein. **R. 171**, 169
- North, A. M., s. S. W. Benson
- Nowak, P., Kunststoffe. **R. 171**, 188
- Nozaki, Y., L. G. Bunville u. C. Tanford, β -Lactoglobulin. **R. 171**, 177
- Nozaki, Y. u. a., s. C. Tanford
- Nylen, P. u. N. Wigren, Stöchiometrie. **B. 173**, 80
- Oburger, W., Kunststoffe in der Hochspannungstechnik. **R. 171**, 188
- Oechsner, B. u. a., s. E. Bamann
- O'Connor, A., s. A. Keller
- Ogata, N., Poly- ϵ -capronamid. **R. 173**, 90
- Oharenko, L. u. a., s. R. Sowinski
- Ohba, N. u. a., s. K. Meguro
- O'Konski, C. T., K. Yoshioka u. W. H. Orttung, Makromolekel. **4. R. 173**, 148
- O'Konski, C. T., s. W. I. Higuchi
- O'Konski, C. T., s. S. Krause
- Okuda, M., s. T. Tachibana
- Olah, G. A., H. W. Quinn u. S. J. Kuhn, Ionenpolymerisation. **1. R. 172**, 71
- Oliver, R. u. a., s. L. G. Lajtha
- O'Mara, J. H. u. D. McIntyre, Brechungsindexinkrement von Polystyrol. **R. 172**, 89
- O'Mara, J. H. u. a., s. D. McIntyre
- Onishi, Y., s. K. Kodera
- Onogi, S. u. Y. Hayashi, Viskose. **R. 171**, 193
- Orlando, A. A. u. a., s. L. V. Peakes
- Ormerod, M. G. u. a., s. D. Libby
- Orofino, T. A., Osmotischer Druck von Polyacrylsäure. **R. 171**, 95
- Orowan u. a., s. A. S. Argon
- Orth, H., Kunststoffe. **B. 171**, 155
- Orttung, W. H. u. a., s. C. T. O'Konski
- Oth, J. F. M., Natürliche und synthetische Fasern. **5. O. 171**, 1
- Ottewill, R. H. u. A. Watanabe, Koagulation. **3. O. 171**, 33
- , Koagulation. **4. O. 173**, 7
- , Koagulation. **5. O. 173**, 122
- Ottolenghi, A. u. a., s. A. Zilkha
- Ovenall, D. W. u. F. W. Peaker, Differential-Refraktometer. **R. 173**, 92
- Overbeek, J. T. G., s. W. Albers
- Overberger, C. G. u. J. J. Godfrey, Polymerisation von Methylmethacrylat. **R. 171**, 164
- Overend, W. G. u. a., s. R. A. Cox
- Oyama, Y., s. K. Endoh
- Pace, E. L. u. A. R. Siebert, Wasserstoffadsorption an Graphon. **R. 171**, 84
- Pacetti, S. u. G. Prati, Baumwolle. **R. 171**, 191
- Palczewska, W. u. H. Wróblowa, Adsorption von Dibenzyl-sulfoxyd. **R. 173**, 155
- Pangonis, W. J. u. W. Heller, Lichtstreuung. **B. 171**, 155; **172**, 190
- Parikh, R. S., M. J. Patani u. A. M. Trivedi, SnO_2 -Sol. **R. 171**, 92
- Parker, K. D. u. a., s. W. T. Astbury
- Parmeggiani, P. L., s. P. Crepaz
- Paschedag, H., s. W. Schilling
- Paschke, E. u. a., s. G. Messwarb
- Passoth, G., Jones-Ray-Effekt und Oberflächenspannung. **R. 171**, 158
- Patani, M. J. u. a., s. R. S. Parikh
- Patat, F., Membranen für osmotische Messungen. **R. 171**, 184
- Patat, F. u. K. Damaschke, Makromolekel. **2. R. 173**, 148
- Patat, F. u. K. Kirchner, Thermische Polymerisation von Styrol. **R. 171**, 160
- Patat, F. u. H. Langemann, Hartzerkleinerung. **R. 171**, 80
- Patat, F. u. G. Träxler, Makromolekel. **1. R. 173**, 148
- Patt, P., s. W. Winkler
- Patterson, D. u. R. P. Sheldon, Färben von Polyesterfasern. **R. 171**, 100
- Patterson, T. R., F. J. Pavlik u. a., Al-Chelatpolymere. **R. 172**, 89
- Patterson, W. u. R. Kümmerle, Metalle. **R. 171**, 195
- Patton, T. C. u. a., s. A. Erlich
- Pavtard, F. G. E. u. P. T. Speakman, β -Keratose. **R. 173**, 158
- Pavlik, F. J. u. a., s. T. R. Patterson
- Pavlov, N. N., E. Ya. Yaminskaya u. B. M. Krymov, Cord. **R. 171**, 189
- Peacocke, A. R. u. a., s. R. A. Cox
- Peaker, F. W., s. D. W. Overall
- Peakes, L. V., A. A. Orlando u. A. L. Johnson, Ionenaustauscher-Gießharz. **R. 171**, 98
- Pearson, G. P. u. W. R. Moore, Cellulosenitrat. **R. 173**, 158
- Pell, P. S., s. R. N. J. Saal
- Perkins, R. M. u. a., s. L. H. Chance
- Perkins, R. M. u. a., s. W. A. Reeves
- Perry, J. W. u. a., s. R. S. Casey
- Peter, K., s. E. Brüche
- Peters, H., Hartgummi. **R. 171**, 100
- Petersen, D. E. u. a., s. K. L. Smith
- Petit, B., s. G. Smets
- Petree, M. C., s. R. W. Warfield
- Pfeifer, V. F., V. E. Sohns u. a., Dialdehyd-Stärke. **R. 173**, 158
- Pfeiffer, H. G. u. a., s. H. Liebhafsky
- Pfenninger, H. H., Quarz. **R. 173**, 150
- Pfenninger, H. H. u. F. Laves, Quarz. **R. 173**, 150
- Phelps, R. A., s. J. R. Cann
- Phil, A., R. Lange u. L. Eldjarn, Enzyme. **R. 171**, 87
- Philips, D. u. a., s. W. M. Jones
- Piez, K. A., Wirbeltier-Kallogene. **R. 172**, 83
- Pilcher, J. M., s. R. I. Mitchell
- Piltz, H. H., Kavitation. **R. 172**, 192
- Pimentel, G. u. A. L. McClellan, Wasserstoffbindung. **B. 172**, 190
- Pittack, H., s. E. Blasius
- Pittman, R. A. u. a., s. J. C. Arthur, jr.

- Placek, C., V. S. Bavisotto u. E. C. Judd, Enzym-Herstellung. **R. 173, 164**
- Plazek, D. J., Cellulosenitrat. **R. 173, 88**
- Pope, M. T. u. L. C. W. Baker, Heteropolysäuren. **R. 171, 84**
- Popják, G., Lipide. **B. 171, 155**
- Popova, E. N. u. a., s. V. P. Shatalov
- Porai-Koshits, E. A., Glas-Struktur. **R. 173, 95**
- Porath, J., Fraktionierung von Polypeptiden und Proteinen. **R. 171, 93**
- Porter, B. R., J. H. Carra u. a., Baumwolle. 1., 2. **R. 172, 93**
- Posner, A. S. u. a., s. L. Mandelkern
- Potthoff, K., Kunststoffe. **R. 171, 188**
- Powe, W. C., Verschmutzung der Baumwolle. **R. 171, 193**
- Powles, J. G., Magnetische Kernresonanz. **R. 173, 90**
- Prater, C. D., s. R. W. Maatman
- Prati, G., Vinylpolymere auf Wollfasern. **R. 171, 191**
- Prati, G., s. S. Pacetti
- Préaux, G. u. R. Lontie, Mn-, Co- u. Ni-Derivate des β -Lactoglobulins. **R. 172, 83**
- , Zn-, Cd-, Cu- u. Pb-Derivate des β -Lactoglobulins. **R. 172, 83**
- Price, F. P. u. a., s. L. Mandelkern
- Prigogine, I., s. A. Englert-Chwoles
- Prince, A. K. u. R. D. Spitz, Sulfoxylat-Polymerisation. **R. 173, 164**
- Probst, W. u. a., s. L. Hörhammer
- Prusik, Z., u. a., s. B. Meloun
- Puffe, E., Selektive Prallzerkleinerung. **R. 171, 183**
- Quentin, M., s. M. Steinbuch
- Quinn, H. W. u. a., s. G. A. Olah
- Rabinowitch, E., s. P. Latimer
- Rackis, J. J., H. A. Sasame u. a., Sojabohne-Proteine. 1. **R. 172, 83**
- Radd, F. J. u. L. H. Crowder, Wechselwirkung zwischen Paraffinen und Detergentien. **R. 171, 175**
- Radmacher, A., Papierchromatographie. **B. 172, 66**
- Ragozzino, E., s. A. Carrelli
- Railsback, H. E., W. T. Cooper u. N. A. Stumpe, Mischvulkanisate. **R. 172, 92**
- Rajagopal, E. S., Polydisperse Emulsionen. **R. 173, 156**
- Ramakrishna, V., Vanadinpentoxid. **O. 173, 35**
- Rånby, B. G., s. J. H. Griffith
- Rao, D. V. G. L. N., Änderung der dielektrischen Relaxationszeit mit der Viskosität. **R. 171, 79**
- Rao, M. N. u. a., s. T. Gopichand
- Rapoport, L., s. E. M. Smolin
- Rath, H., E. Herbolsheimer u. A. Stapf, Baumwolle. **R. 172, 94**
- Rathgen, G. H. u. a., s. G. Schubert
- Rauhut, C. E., s. M. L. Miller
- Rauhut, C. E. u. a., s. M. L. Miller
- Rebenfeld, L. u. a., s. Y. Gotshal
- Redgate, E. S. u. a., s. W. O. Caster
- Reding, F. P., u. E. R. Walter, Sphärolithe in Polyäthylen. **R. 171, 183**
- Rees, M. W. u. a., s. S. Brenner
- Reeves, W. A., R. M. Perkins u. L. H. Chance, Baumwolle. **R. 172, 93**
- Reeves, W. A. u. a., s. L. H. Chance
- Reeves, W. A. u. a., s. C. J. Connor
- Rehder, H., Stachys silvatica. **R. 173, 153**
- Reich, H. F., Feuerfeste Massen und Tone. **R. 173, 95**
- Reich, I., Oberflächenspannung von Flüssigkeiten. **R. 171, 171**
- Reich, I. u. R. D. Vold, Flocken in Suspensionen. **R. 172, 77**
- Reichel, L. u. W. Hiller, Farbstoffe der Wicke. **R. 171, 166**
- Reiff, F., R. Kautzmann u. a., Hefen. **B. 173, 80**
- Reikh, V. N. u. a., s. B. A. Dolgoplosk
- Reimer, L., Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden. **B. 171, 75**
- Reimer, L., s. H. Gadacz
- Reininger, H., Flammsspritzen von Metallen. **R. 171, 195**
- Renfrew, A. G. u. a., s. H. A. DeWald
- Ressler, N., Nucleinsäuren. **R. 173, 159**
- , Serumprotein-Antigene. **R. 173, 92**
- Reyerson, L. H., s. W. S. Hnojewy
- Richards, D. H. u. M. Swarc, Blockpolymere mit Äthylenoxyd und Styroloxyd. **R. 171, 162**
- Richards, E. G. u. H. K. Schachman, Ultrazentrifugierung. **R. 173, 148**
- Richards, R. E. u. a., s. J. Bateman
- Richman, D. u. F. A. Long, Diffusion von Polymeren. **R. 172, 68**
- Richman, D., s. F. A. Long
- Riehl, J. u. a., s. E. Bamann
- Robb, L. E. u. a., s. D. A. Stivers
- Robert, B., C. de Vaux St. Cyr u. a., Serum-Untersuchung. **R. 171, 87**
- Robert, L. u. a., s. B. Robert
- Roberts, D. E. u. a., s. L. Mandelkern
- Roberts, R., s. F. L. Dalton
- Rogers, C. E., V. Stannett u. M. Swarc, Adsorption an Polyäthylen. **R. 172, 75**
- Rogers, C. E., s. A. V. Tobolsky
- Roha, M., L. C. Kreider u. a., Katalysatoren für Niederdruck-Polyäthylen. **R. 171, 164**
- Rohrlich, M. u. W. B. T. Schulz, Weizenmehl-Proteine. **R. 173, 159**
- Rolla, M. u. P. Franzosini, Wechselwirkung zwischen Lösungsmittel und gelösten Stoffen. **R. 173, 83**
- Rollins, M. L. u. a., s. B. R. Porter
- Rollins, M. L. u. a., s. V. W. Tripp
- Romanowska, E., Blutgruppensubstanzen. **R. 171, 166**
- Roscoe, R., Viskositätsbestimmung. 1. **R. 173, 81**
- Roscoe, R. u. W. Bainbridge, Viskositätsbestimmung. 2. **R. 173, 149**
- Rose, H. E., Korngrößenmessung. **R. 171, 184**
- Rosenberg, B. H., s. L. F. Cavallieri
- Rosenkranz, H. S. u. A. Bendich, Desoxyribonucleinsäure. **R. 172, 83**
- Rosenkranz, H. S. u. a., s. E. Borenfreund
- Ross, P. D., s. U. P. Strauss
- Ross, T. K., E. L. Smith u. R. E. Mansford, Korrosionsschutz von Stahl. **R. 171, 195**
- Rothe, M., Oligomere. **R. 173, 151**
- Rowe, E. u. a., s. W. Heller
- Rowlinson, J. S., s. P. I. Freeman
- Rummeni, G., Pflanzengewebe. **R. 173, 153**
- Ruoff, A. L., G. H. Stewart u. a., Ungesättigtes Papier. **O. 173, 14**
- Rupley, J. A. u. a., s. B. L. Vallee
- Rush, R. M. u. a., s. F. Nelson
- Rutkowski, C. P., s. P. Cannon
- Rutsch, W. u. a., s. L. v. Bogdandy
- Ruyssen, R., Heilmittel gegen Krebs. **R. 171, 169**
- Ryan, H. C. u. a., s. K. A. Buckley
- Saal, R. N. J. u. P. S. Pell, Bitumen-Straßendecken. **O. 171, 61**
- Sachkeldjan, B. N., Stabilisierung von Rußsuspensionen. **R. 172, 96**
- Sadek, H. u. F. Z. Saleeb, Zinnsäure. **O. 173, 128**
- Saegusa, T. u. a., s. J. Furukawa
- Saffman, P. G. u. S. G. Taylor, Eindringen von Flüssigkeit in ein poröses Medium. **R. 173, 149**
- Sahasrabudhe, M. B. u. a., s. M. K. Nerurkar

- Salák, J. u. a., s. Z. Vodrážka
 Saleeb, F. Z., s. H. Sadek
 Salmon, J., Fibrinogen und Derivate. **R. 171**, 87
 Salutsky, M. L. u. a., s. L. Gordon
 Sams, J. R. jr., C. W. Lees u. D. C. Grahame, Elektrische Doppelschicht. **R. 171**, 84
 Sand, H., s. O. Kratky
 Sarma, K. J. R. u. a., s. T. Gopichand
 Sasaki, T., s. K. Watanabe
 Sasame, H. A. u. a., s. J. J. Rackis
 Sata, N. u. Y. Harisaki, Tropfensysteme. **O. 171**, 101
 Savage, W. E., Wollproteine. **R. 171**, 193
 Sazena, M. C. u. a., s. M. Edwards
 Scanlan, J. u. a., s. J. R. Dunn
 Scatchard, G. u. J. Bregman, Proteinlösungen. 8. **R. 172**, 83
 Scatchard, G. u. S. Zaromb, Proteinlösungen. 9. **R. 172**, 84
 Scatchard, G., Y. V. Wu u. A. L. Shen, Proteinlösungen. 10. **R. 172**, 84
 Schaaf, S., s. W. Griehl
 Schachman, H. K., s. E. G. Richards
 Schatt, W. u. D. Schulze, Sinterkorundoberflächen. **R. 172**, 95
 Scheffer, F. u. W. Kroll, Huminsäure. **O. 172**, 55
 Scheibner, K., Blaues Leuchtphänomen. **R. 171**, 167
 Scheichl, L., Brandlehre und chemischer Brandschutz. **B. 171**, 154
 Scheler, W., Chlorocruorin. **R. 171**, 169
 Scheraga, H. A., s. C.-Y. Cha
 Scheraga, H. A., s. C. L. Schildkraut
 Scheraga, H. A. u. a., s. J. Hermans
 Scheraga, H. A. u. a., s. M. Laskowski, jr.
 Scheuermann, E. A., s. K. H. Maier
 Schiele, C., s. R. Weiner
 Schildkraut, C. L. u. H. A. Scheraga, Ribonuclease. 2. **R. 172**, 84
 Schiller, H. u. a., s. R. Havemann
 Schilling, W. u. H. Paschedag, Wolframdrähte. **R. 172**, 96
 Schlafke, E., s. H. Drawert
 Schlosser, E., Viskoelastizität. **O. 173**, 48
 Schlöterer, H., Elektronenmikroskopie. **R. 171**, 185
 Schmid, G. u. H. Steinhausen, V₂A-Stahl. **R. 172**, 192
 Schmid, H., Carcinogene Verbindungen. **R. 173**, 86
 Schmidt, F. W. u. a., s. W. Kern
 Schmidt, H., Properdin. **B. 171**, 153
 Schmidt, H., s. M. v. Stackelberg
 Schmidt, K. A. F., Glasseide als Verstärkungsmittel für Kautschuk und Thermoplaste. **R. 171**, 99
 Schmidt-Lorenz, W., Nahrungsmittel. **R. 173**, 164
 Schmitt, E. E., s. M. Goodman
 Schmuntzsch, M., s. F. Fröhlich
 Schnabel, W. u. a., s. A. Henglein
 Schneider, G. u. a., s. G. Maass
 Scholtan, W., Polyvinylpyrrolidon und Albumin. **R. 173**, 161
 Scholz, A., Quellung. **O. 173**, 61
 Scholze, H., H₂O-Molekeln und OH-Gruppen in Gläsern und Mineralen. **R. 173**, 164
 Schonfield, D. u. a., s. M. Green
 Schramm, C., Urheberrecht. **B. 173**, 79
 Schramm, C. H. u. a., s. G. Sumrell
 Schroeder, W. A., s. M. D. Clegg
 Schubert, G., G. Bettendorf u. a., Proteinsynthese. **R. 171**, 170
 Schubert, K. u. K. Wehrberger, Testosteron. **R. 173**, 153
 Schüller, H.-J. u. P. Schwaab, Systeme Chrom/Eisen und Chrom/Nickel. **R. 171**, 196
 Schulman, J. H., s. J. B. Birks
 Schultz, R. D. u. a., s. R. F. Chaiken
 Schulz, E., s. F. Markwardt
 Schulz, G., Interferenz-Mikroskop. **R. 172**, 90
 Schulz, G. V., Radikalpolymerisation. **R. 172**, 71
 Schulz, G. V., s. K. Altgelt
 Schulz, G. V., s. M. Marx
 Schulz, R. C. u. a., s. H. Cherdrón
 Schulz, R. C. u. a., s. A. Henglein
 Schulz, W. B. T., s. M. Rohrlieh
 Schulze, D., s. W. Schatt
 Schurz, J., Fließkurven. **R. 171**, 157
 Schwaab, P., s. H.-J. Schüller
 Schwab, G. M. u. a., s. J. Eggert
 Schwartz, A. M. u. F. W. Minor, Kapillarität. 1., 2. **R. 171**, 171, 172
 Schwartz, D., Corticotropine. **R. 171**, 170
 Scofield, F., Schutzüberzüge. **R. 171**, 100
 Sedláček, B., Proteinwechselwirkungen. 20. **R. 173**, 159
 Seel, F., Analytische Chemie. **B. 172**, 190
 Segal, L., J. J. Creely u. C. M. Conrad, Kristallinität. **R. 172**, 191
 Seibel, P. u. a., s. G. Messwarb
 Seidl, R. u. V. Střelka, Exoelektronenemission. **R. 173**, 155
 Sekhon, S. S., s. E. H. Slifer
 Selim, M. A., s. I. Fatt
 Sell, P. J., s. W. v. Engelhardt
 Sereďa, P. J., s. J. M. Kuzmak
 Serini, G., Nahrungsmittelzusätze. 1., 2. **R. 171**, 186, 187
 Serini, G. u. G. Kaderabek, Nahrungsmittelzusätze. 3. **R. 171**, 187
 Sezsmith, F. H. u. H. J. White, jr., Kationische grenzflächenaktive Substanzen. 1., 2. **R. 171**, 174, 175
 Seymour, R. B., Kunststoffe. **R. 171**, 98
 Shainoff, J. R. u. a., s. S. J. Singer
 Shatalov, V. P., T. V. Bashkatov, Ölgestreckter Styrol-Butadien-Kautschuk. **R. 171**, 189
 Sheats, G. S. u. a., s. E. H. Gleason
 Sheldon, R. P., s. D. Patterson
 Shen, A. L. u. a., s. G. Scatchard
 Shenblat, M. u. a., s. G. Blauer
 Shepard, J. W., s. E. J. Duwell
 Shida, S. u. a., s. Z. Kuri
 Shin, H. K. u. a., s. A. L. Ruoff
 Shinnar, R. u. J. M. Church, Turbulenz. **R. 173**, 156
 Sianesi, D. u. a., s. G. Natta
 Siebert, A. R., s. E. L. Pace
 Sihtola, H., Cellulose. **R. 173**, 88
 Singer, S. J., J. E. Fothergill u. J. R. Shainoff, Antikörper. **R. 172**, 73
 Singleton, J. H. u. a., s. G. Constabaris
 Sinha, S. u. a., s. A. I. Medalia
 Sinicyn, V. A. u. a., s. A. V. Kiselev
 Sinsheimer, R. L., Code der Nukleinsäuren-Information. **R. 171**, 170
 Sinsheimer, R. L., s. B. S. Friesen
 Sippel, A., Faserförmige Hochpolymere. **R. 171**, 159
 Sirianni, A. F., D. J. Worsfold u. S. Bywater, Polymerisation von α -Methylstyrol. **R. 173**, 149
 Sivarajan, S. R., s. R. S. Krishnan
 Skoblionok, R. F., s. A. T. Davydov
 Sladkevich, E. G. u. a., s. B. A. Dolgoplosk
 Slay, M. W. u. a., s. C. A. Lyman
 Slayter, H. S., s. C. E. Hall
 Slifer, E. H. u. S. S. Sekhon, Honigbiene. **R. 173**, 154
 Smaller, B. u. E. C. Avery, Freie Radikale und Strahlenschutz. **R. 171**, 170
 Smets, G., Reaktionen an Hochpolymeren. **R. 171**, 162
 Smets, G. u. B. Petit, Acetalisierung von Polyvinylalkohol. **R. 171**, 95
 Smith, A. K. u. a., s. J. J. Rackis
 Smith, E. L. u. a., s. T. K. Ross
 Smith, G. E. D. u. a., s. J. L. Binder

- Smith, J. V., s. S. O. Agrell
 Smith, K. L., A. E. Winslow u. D. E. Petersen, Polyalkylenoxyde und Polycarbonsäuren. **R. 171**, 163
 Smith, M. K. u. a., s. A. Erlich
 Smith, M. L. u. a., s. G. Herdan
 Smolin, E. M. u. L. Rapoport, s-Triazine. **B. 173**, 77
 Smyth, C. P., s. O. F. Kalman
 Snell, C. T., s. F. D. Snell
 Snell, F. D. u. C. T. Snell, Synthetische Waschmittel und grenzflächenaktive Substanzen. **R. 171**, 196
 Sohns, V. E. u. a., s. V. F. Pfeifer
 Sookne, A. M., s. J. Galligan
 Sorm, F. u. a., s. B. Meloun
 Sowinski, R., V. Freling u. V. L. Koenig, Fibrinogen. **R. 173**, 91
 Sowinski, R., L. Oharenu u. V. L. Koenig, Rinder-Fibrinogen. **R. 172**, 84
 Spähn, H., Nickel-Schichten. **R. 171**, 196
 Spahr, P. F. u. A. Tissières, Ribonucleoprotein. **R. 172**, 84
 Speakman, J. B., s. K. J. Whiteley
 Speakman, P. T., s. F. G. E. Paulard
 Spell, A. u. a., s. B. S. Garret
 Spiers, F. W., Radioaktive Verseuchung. **R. 171**, 170
 Spitz, R. D., s. A. K. Prince
 Šponnar, J., s. C. Loštický, Proteinwechselwirkungen. **18. R. 173**, 159
 Šponnar, J. u. a., s. S. Štokrová
 Sprague, S. R. u. R. G. Cunningham, Reibungscharakteristik von Schmiermitteln. **R. 171**, 100
 Sreekantath, G. M. u. C. A. Verghese, Kompensations-Viskosimeter. **R. 173**, 92
 Srivastava, S. N., Emulsionen. **O. 173**, 137
 Srivastava, S. N., s. Y. P. Varshni
 Stabile, J. N. u. a., s. R. L. Brent
 v. Stackelberg, M., Polarographische Arbeitsmethoden. **B. 172**, 187
 v. Stackelberg, M. u. H. Schmidt, Polarographie. **R. 171**, 96
 Stahl, E., s. H. D. Wulff
 Stahly, G. L. u. a., s. M. K. Hamdy
 Stahmann, M. A. u. a., s. H. van Kley
 Standaert, J., s. K. Laki
 Stannett, V. u. a., s. C. E. Rogers
 Stanonis, D. J. u. a., s. C. M. Conrad
 Stapf, S. u. a., s. H. Rath
 Statham, K. W., s. D. R. Graham
 Stauff, J., Kolloidchemie. **B. 171**, 155
 Stein, W. D. u. E. A. Barnard, Ribonuclease. **2. R. 173**, 154
 Stein, W. D., s. E. A. Barnard
 Steinberg, D., M. Vaughan u. a., Tritium-Markierung von Proteinen. **R. 173**, 159
 Steinbuch, M. u. M. Quentin, Ceruloplasmin. **R. 172**, 85
 Steinbuch, M., J. M. Fine u. A. Battistini, Immuno-elektrophorese von Proteinen. **1. R. 173**, 159
 Steiner, R. F., Polynucleotide. **R. 172**, 89
 Steinhardt, J., s. S. Beychok
 Steinhäusen, H., s. G. Schmid
 Stevens, J. P., s. G. C. Tesoro
 Stewart, G. H. u. a., s. A. L. Ruoff
 Stigter, D. u. T. L. Hill, Donnan-Membran-Gleichgewicht. **2. R. 171**, 79
 Stivers, D. A., F. J. Honn u. L. E. Robb, Fluorkohlenstoff-Elastomere. **R. 171**, 191
 Stockmayer, W. H., Lösungen von Polymeren. **R. 173**, 149
 Stockx, J. u. R. van Rarijs, 2'-3'-cyklische Nucleotide. **R. 171**, 187
 Stohlmann, F. jr., Zelluläre Fortpflanzung. **B. 172**, 65
 Štokrová, S., P. Bartl u. J. Šponnar, Proteinwechselwirkungen. **21. R. 173**, 160
 Stranski, I. N. u. a., s. L. v. Bogdandy
 Stratton, R. A., s. J. D. Ferry
 Strauss, S. u. S. L. Madorsky, Chemischer Abbau von Polymeren und Copolymeren. **R. 171**, 190
 Strauss, S. u. a., s. S. L. Madorsky
 Strauss, U. P. u. S. Bluestone, Gegenionenbindung durch Polyelektrolyte. **2. R. 171**, 83
 Strauss, U. P. u. P. D. Ross, Polyelektrolyte. **2., 3. R. 171**, 82
 Strauss, U. P., s. M. Breuer
 Streisinger, G. u. a., s. S. Brenner
 Střelka, V., s. R. Seidl
 Stroupe, J. D. u. a., s. B. S. Garret
 Stumpe, N. A. u. a., s. H. E. Railsback
 Sturtevant, J. M., s. W. W. Forrest
 Sugano, T. u. a., s. T. Hanai
 Sumrell, G., J. Briskin u. a., Polymerisation von Thiomethacrylsäureestern. **B. 172**, 71
 Sumrell, G., P. G. Campbell u. a., Polymerisation von Acrylmethacrylaten. **R. 172**, 71
 Sundholm, N. K., Vulkanisation von Kautschuk. **R. 173**, 164
 Suquet, P., Diffusion von Gasen. **R. 173**, 81
 Sutton, W. H., Messung der Wärmeleitfähigkeit. **R. 172**, 90
 Suzuki, K., Denaturierung von Ovalbumin. **R. 172**, 85
 Svensson, H. u. E. Valmet, Großskala-Dichtegradienten-elektrophorese. **2. R. 171**, 185
 Sweeting, O. J. u. a., s. L. Marker
 Świetosławski, W., Steinkohlenteer. **B. 173**, 144
 Szczepkowski, T. W. u. L. Konieczny, Hämoglobin. **R. 173**, 154
 Szejtli, J. u. a., s. J. Holló
 Szwarc, M., Anionische Polymerisation. **R. 173**, 152
 Szwarc, M., s. M. Levy
 Szwarc, M., s. D. H. Richards
 Szwarc, M. u. a., s. C. E. Rogers
 Tachibana, T. u. M. Okuda, Hochpolymere. **O. 171**, 15
 Tager, A. A. u. M. Iovleva, Thermodynamik von Copolymeren. **R. 172**, 67
 Taft, P. J. T., s. G. M. Burnett
 Takada, M. u. S. Hirota, Viskositätsbestimmung. **R. 171**, 97
 Takayanagi, M. u. a., s. Y. Ishida
 Takeo, K. u. a., s. S. Nakamura
 Tanford, C., L. G. Bunville u. Y. Nozaki, β -Lactoglobulin. **R. 172**, 85
 Tanford, C. u. a., s. Y. Nozaki
 Tanghe, L. J. u. a., s. C. J. Malm
 Tanner, F. W., s. S. C. Beesch
 Tata, J. R. u. A. W. Hemmings, Papierchromatographie. **R. 173**, 92
 Tatano, T. u. a., s. J. Furukawa
 Taylor, H. A., s. M. J. D. Low
 Taylor, L. D., s. A. Morton
 Taylor, S. G., s. P. G. Saffman
 Taylor, W. J., Dimension langkettiger Molekel. **R. 171**, 158
 Tesoro, G. C. u. J. P. Stevens, Baumwollcellulose. **R. 172**, 94
 Teyssié, P. u. H. P. Gregor, Ionenaustausch-Membranen. **R. 173**, 94
 Themann, H., Glykogen. **R. 173**, 160
 Thiele, H. u. H. Krönke, Intermicellare Kristallisation. **R. 172**, 78
 Thiele, H. u. H. Lamp, Kolloide Systeme. **O. 173**, 63
 Thilo, E., Makromolekulare anorganische Verbindungen. **R. 171**, 82
 Thomann, H., s. F. Hegeman
 Thomas, A. L., s. G. F. Hadley
 Thomas, J. R., Hochpolymere. **R. 173**, 162

- Thurn, H., Filme, Pulver, Fasern. **W. K. 173**, 72
Tiers, G. V. D. u. a., s. F. A. Bovey
Tikhomirov, B. P. u. a., s. G. A. Blokh
Tilton, L. W., Alkalisilicatgläser. **R. 172**, 95
Tinoco, I. u. R. W. Woody, Orientierte Helices. 2. **R. 171**, 158
Tinyakova, E. I. u. a., s. B. A. Dolgoplosk
Tischendorf, F., Vitalmikroskopie. **R. 171**, 185
Tiselius, A., Reinheit u. Reinigung chemischer Substanzen. **R. 172**, 90
Tissières, A., Ribonucleinsäure. **R. 173**, 89
Tissières, A., s. P. F. Spahr
Tobias, R. S. u. S. Y. Tyree, jr., Lichtstreuung. **R. 172**, 69
Tobolsky, A. V., Polymere. **B. 172**, 190
Tobolsky, A. V. u. A. Eisenberg, Polymerisationsgleichgewicht. **R. 172**, 71
Tobolsky, A. V., u. C. E. Rogers, Isoprenpolymerisation. 2. **R. 171**, 164
Tomimago, S. u. a., s. S. Nakamura
Török, C., s. H. Zocher
Touey, G. P. u. a., s. J. E. Kiefer
Trapmann, H. u. a., s. E. Bamann
Träxler, G., s. F. Patat
Treloar, L. R. G., Elastizitätsmoduln von Polymerkristallen. 1. **R. 172**, 89
Tripp, V. W., A. T. Moore u. a., Baumwollcellulose. **R. 171**, 193
Tripp, V. W. u. a., s. B. R. Porter
Trivedi, A. M. u. a., s. R. S. Parikh
Troesch, H. A., Tropfengrößenbestimmung. **R. 171**, 97
Trurnit, H. J., Proteinfilm. **R. 173**, 87
Tryon, M. u. a., s. B. G. Achhammer
Tsuruta, T. u. a., s. J. Furukawa
Turner, D. T., Vernetzung von Kautschuk durch Bestrahlung. **R. 171**, 191
Tye, F. L., s. T. R. E. Kressman
Tyree, S. Y. jr., s. R. S. Tobias
Tyree, S. Y. jr. u. a., s. J. B. Goehring
Ueda, H. u. a., s. Z. Kuri
Uehleke, H., Fluoreszenzmarkierte Proteine. **R. 171**, 93
Upadhyay, Y. D. u. S. P. Mushran, Succinat-Sole. **O. 171**, 31
Upham, H. C. u. a., s. L. E. Detrick
Urnes, S. u. a., s. O. Borgen
Uzina, R. V. u. M. S. Dostyan, Bindefestigkeit an den Grenzflächen Cord-Imprägnierung-Gummieintetzung. **R. 171**, 190
Uzina, R. V., L. S. Gromova u. S. A. Vasil'eva, Kautschuk-Cord-Bindung. **R. 171**, 190
Vacik, J. u. J. Cabikar, Papier-Gegenstromelektrophorese. 4. **R. 173**, 82
Vacik, J., O. Grubner u. J. Dvořák, Papier-Gegenstromelektrophorese. 5. **R. 173**, 82
Vallee, B. L., J. A. Rupley u. a., Carboxypeptidase. **R. 171**, 170
Valmet, E., s. H. Svensson
van de Brande, J. u. a., s. T. H. J. Huisman
Vanderhoff, J. W., s. E. B. Bradford
van Holde, K. E., Osmiumtetroxid. **R. 171**, 84
van Kley, H., S. E. Kornguth u. M. A. Stahmann, Polypeptidyl-Proteine. **R. 172**, 85
van Oeteren, K. A., Rostschutzanstrichmittel. **R. 171**, 96
van Os, G. A. J. u. W. Möller, Ladungsschwankungen bei Proteinen und Polyelektrolyten. **R. 173**, 155
van Rarijs, R., s. J. Stockx
van Schooten, J. u. a., s. P. W. O. Wijga
van Vlack, L. H., Silica. **R. 173**, 82
van Winkle, M., s. D. A. Deckman
van Winkle, Q. u. a., s. M. K. Hamdy
Vänngård, T. u. a., s. B. G. Malmström
Vanžček, J. u. a., s. B. Meloun
Varshni, Y. P. u. S. N. Srivastava, Paraffine. **R. 173**, 82
Vasil'eva, S. A. u. a., s. R. V. Uzina
Vaughan, M. u. a., s. D. Steinberg
Verghese, C. A., s. G. M. Sreekantath
Vilnits, S. A., s. V. E. Gul
Vincent, P. I., Kunststoffe. **R. 171**, 188
Vodonik, J. L. u. a., s. C. S. Grove
Vodrážka, Z., Proteinwechselwirkungen. 19. **R. 173**, 89
Vodrážka, Z., J. Salák u. J. Čejka, Human-Serumalbumin. **R. 172**, 191
Vodrážka, Z., O. Mach u. a., Human- γ -Globulin. **R. 172**, 191
Vogel, J., s. G. Kortüm
Vold, M. J., Dispersionen von anisometrischen Teilchen. **R. 173**, 150
Vold, R. D., s. I. Reich
Voelker, I. u. a., s. C. v. Holt
Volman, D. H., s. J. J. Jurinak
Voogt, P., Waschmittelanalyse. **R. 172**, 91
Wada, A., Dielektrische Eigenschaften von Polypeptidlösungen. 1.; 4. **R. 172**, 89; **171**, 78
Wade, W. H. u. N. Hackerman, Calcit und Kaolinit. **R. 171**, 90
Wade, W. H., R. L. Every u. N. Hackerman, Immersionswärme. **R. 172**, 75
Wagner, H. u. a., s. L. Hörhammer
Waldschmidt-Leitz, E., G. Bretzel u. L. Keller, Serumproteine. **R. 173**, 163
Walker, J. B. u. M. S. Walker, Sulfhydryl-Enzyme. **R. 172**, 85
Walker, M. S., s. J. B. Walker
Walter, E. R., s. F. P. Reding
Wang, H. E., s. J. Kestin
Ward, I. M. u. a., s. J. Bateman
Warfield, R. W. u. M. C. Petree, Epoxyd-Harze. **R. 172**, 191
Warshaw, I., Glasoberfläche. **R. 172**, 95
Wartenberg, A., Plasmolyse-Vorraum. **R. 171**, 167
Wartenberg, H. u. W. Gusek, Ovarialei und Follikel-epithel von Amphibien. **R. 173**, 154
Watanabe, A., s. R. H. Ottewill
Watanabe, K. u. T. Sasaki, Zement. **W. K. 172**, 185
Watanabe, T., Thixotropie. 1. **R. 173**, 156
Watanabe, W. H. u. a., s. B. S. Garret
Waterman, H. I., s. C. Boelhouwer
Waters, W. T., s. G. V. Lund
Watson, J. D., s. M. Nomura
Watson, J. H. L. u. a., s. W. Heller
Watson, W. F., Mechanisch-chemische Reaktionen von Polymeren. **R. 171**, 162
Watson, W. F. u. a., s. G. I. Cunneen
Watson, W. F. u. a., s. J. R. Dunn
Watt, I. G., R. H. Kennett u. J. F. P. James, Trockengewicht von Wolle. **R. 171**, 193
Weber, J., s. J. Koutecký
Webre, B. G. u. a., s. J. B. McKelvey
Wechsler, W. u. H. Hager, Atrophischer quergestreifter Skelettmuskel der Ratte. **R. 173**, 154
Wegerle, D., s. H. Zahn
Wehrberger, K., s. K. Schubert
Wehrli, A. u. E. Kovats, Gas-Chromatographie. **R. 173**, 92
Weiner, L. I., s. R. C. Laible
Weiner, R., Galvanische Glanzbäder. **R. 172**, 192
Weiner, R. u. C. Schiele, Elmiskop I. **R. 173**, 146
—, Kathodenfilme. **R. 171**, 185
Weissbein, L. u. G. E. Coven, Direktfarbstoffe in Viskose. 1., 2. **R. 171**, 194

- Weissberger, A., Organische Chemie. **B. 171**, 155
 Weisz, P. B. u. V. J. Frilette, Zeolithe. **R. 172**, 77
 Welch, F. J., Polymerisation von Styrol. **R. 172**, 71
 Weller, A., s. H. Leonhardt
 Went, C. W., s. P. F. Holt
 West, R. R., R. E. Gould u. a., Aufbereitung von Ton. **R. 172**, 95
 Wewalka, F., International Abstracts of Biological Sciences. Biochemie. Bd. 15. **B. 173**, 80
 Wheeler, D. J., P. W. Darby u. C. Kamball, Desorption von Alkoholen. **R. 171**, 171
 Wheland, G. W., Organische Chemie. **B. 173**, 80
 White, C. G. C. u. S. Helf, Oberflächenphänomene. **R. 172**, 75
 White, H. J. jr., Celluloseacetat. **R. 172**, 94
 White, H. J. jr., s. F. H. Sexsmith
 White, H. J. jr. u. a., s. Y. Gotshal
 White, H. S. u. H. V. Belcher, Polymere Lösungen. **R. 171**, 158
 White, R. H. u. R. C. Newton, Superkontraktion von Wollfasern. **R. 172**, 191
 Whiteley, K. J. u. J. B. Speakman, Wollplastizität, 4., 5. **R. 171**, 194
 Wiberg, E., s. A. F. Hollemann
 Wiberg, K. B., Laboratoriumsmethoden. **B. 172**, 66
 Wichterle, O., Polymerisation von Caprolactam. **R. 173**, 152
 Wichterle, O. u. a., s. P. Čefelín
 Wiegand, H. u. K. H. Kloos, Austenit-Werkstoffe. **R. 171**, 196
 Wigren, N., s. P. Nylen
 Wijga, P. W. O., J. van Schooten u. J. Boerma, Polypropylen. **R. 173**, 162
 Wilcox, P. E., s. D. M. Abadi
 Wildschut, A. J., Epoxydharz-Anstriche. **R. 171**, 196
 Wilhelm, G. u. a., s. G. Maass
 Wilke, G., Oligomerisation von 1,3-Diolefinen. **R. 171**, 165
 Wilke, H., Proteinanreicherung. **O. 173**, 133
 Wilkinson, W. L., Nicht-Newton'sches Fließen. **R. 171**, 159
 Willard, H. H. u. a., s. L. Gordon
 Williams, J. W. u. a., s. H. Fujita
 Williams, T. F. u. M. Dole, Bestrahlung von Polyäthylen. 3. **R. 171**, 95
 Wilsey, B., s. M. A. Morris
 Wilski, H., Vernetzung von Polyäthylen. **R. 172**, 90
 Wilson, A. M., s. R. C. Bowers
 Wilson, S. u. a., s. R. A. Cox
 Wilson, W. K. u. a., s. J. H. Flynn
 Winkler, W. u. P. Patt, Saponine. **R. 171**, 161
 Winslow, A. E. u. a., s. K. L. Smith
 Winslow, E. H. u. a., s. H. A. Liebhafsky
 Winzor, D. J. u. a., s. J. M. Creeth
 Wisseroth, K., Polyäthylen. **R. 173**, 91
 Wittmer, G., Öle aus Tabaksamen. **R. 171**, 171
 Wittmer, G., s. G. Giovannozzi
 Wlodawer, R., Stahlguß. **R. 171**, 196
 Wohlfahrt-Bottermann, K. E., Protistenstudien. 10. **R. 173**, 154
 Wolff, W. F., Hydrolyse von Kalium an Aktivkohle. **R. 171**, 90
 Wolfram, E., Flüssigkeiten. **W. K. 173**, 73
 Wong, R. C. u. I. E. Liener, Acetyliertes Trypsin. **R. 172**, 85
 Wood, L. A., Reingummi-Kautschuk-Vulkanisate. **R. 171**, 77
 Woodward, A. E., s. E. R. Fitzgerald
 Woody, R. W., s. I. Tinoco
 Woledge, J. D. u. a., s. R. E. Lee
 Woermann, D., Polyelektrolyte und Polyelektrolytgele mit seifenähnlichen Strukturelementen. **R. 171**, 92
 Worsfold, D. J. u. a., s. A. F. Sirianni
 Wright, E. H. M., s. J. J. Kipling
 Wrischer, M. u. a., s. G. Deželić
 Wróblowa, H., s. W. Palczewska
 Wu, C.-N. u. a., s. J. H. Dusenbury
 Wu, Y. V. u. a., s. G. Scatchard
 Wulff, H. D. u. E. Stahl, Acorus calamus. **R. 171**, 167
 Wunderlich, B., s. M. Dole
 Wunderlich, C., Gelstruktur und Proteindiffusion. **R. 171**, 94
 —, Serumproteine. **R. 173**, 89
 Wurstner, A. L. u. a., s. A. S. Kenyon
 Wyckoff, R. W. G., Kristallstrukturen. (Index). **B. 173**, 80
 Yaminskaya, E. Ya. u. a., s. N. N. Pavlov
 Yang, J. T., Nicht-Newton'sches Viskositätsverhalten starker Partikel. **R. 172**, 68
 Yao, H.-C. u. P. H. Emmett, Kolloide Metalle als Katalysatoren. **R. 172**, 77
 Yates, D. J. C., s. M. Folman
 Yoda, O. u. a., s. K. Meguro
 Yoshioka, K. u. a., s. C. T. O'Konski
 Zabor, R. C. u. a., s. D. S. MacIver
 Zahn, H. u. E. Nischwitz, Kollagen. 4. **O. 172**, 116
 Zahn, H. u. D. Wegerle, Kollagen. 3. **O. 172**, 29
 Zahn, R. K. u. a., s. A. Kleinschmidt
 Zaromb, S., s. G. Scatchard
 Zehender, E., Kohleschichten auf elektronenmikroskopischen Präparaten. **R. 171**, 97
 Zemany, P. D. u. a., s. H. A. Liebhafsky
 Ziabicki, A. u. K. Kedzierska, Spinnprozeß bei geschmolzenen Polymeren. 1., 2. **O. 171**, 51, 111
 Ziegler, K., Äthylenpolymerisation mit Metallalkylen. **R. 172**, 72
 Zilkha, A., N. Calderon u. a., Niederdruckpolymerisation von Propylen. **R. 171**, 165
 Zisman, W. A., s. N. L. Jarvis
 Zittle, C. A. u. a., s. J. H. Geller
 Zocher, H. u. C. Török, Taktosole. 2. **O. 173**, 1
 Zöttl, P., Methylrot. **R. 171**, 185

Sachregister

zur Kolloid-Zeitschrift, Bd. 171, 172 und 173 (1960)

O. = Originalarbeit, **Dk.** = Diskussionsbemerkung, **W. K.** = Wissenschaftlicher Kurzbericht, **W. T. S.** = Wissenschaftlich-technischer Sammelbericht, **P. B.** = Patentbericht, **T.** = Tagungsbericht, **B.** = Buchbesprechung, **R.** = Referat, **Berichtig.** = Berichtigung, **Nachr.** = Nachruf

Die erste, fette Zahl zeigt den Band (171, 172 oder 173) an, die zweite die Seitenzahl

Acorus, calamus, chemische Rassen bei, Wulff u. Stahl. **R. 171**, 167
Actin, minimales Molekulargewicht von, Laki u. Standaert. **R. 172**, 81
Adrenalin, Nachweis von, Gross u. Ambs. **R. 173**, 153

Adsorbate, Wasserstoffbrückenbindung von in der Oberfläche des Adsorbens vorliegenden Hydroxylgruppen an, Frohnsdorff u. Kington. **R. 171**, 88
 Adsorption, Einfluß der Dielektrizitätskonstante des Lösungsmittels auf die Ionenaustausch—, Davydov u. Skoblionok. **R. 172**, 74

- Adsorption**, filterierende, *Fuchs, Glaser u. Bendel. R. 171, 100*
 —, Meßapparatur für — zur Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Gasatomen u. Oberflächen, *Constabaris, Singleton u. Halsey, jr. R. 171, 183*
 —, Steigerung der — als Ergebnis der Bestrahlung von Metallen, *Herczńska. R. 173, 155*
 — an Kristallflächen, Grenzflächenenergie und spezifische, *v. Engelhardt u. Sell. R. 171, 172*
 — an porösen Festkörpern, *Clampitt u. German. R. 172, 73*
 — in der Öl/Wasser-Grenzschicht, Beziehungen des elektrokinetischen Potentials zur, *Anderson. R. 171, 91*
 — von Dämpfen, Anwendung der Adsorptionsisothermen-Gleichungen für die — an graphitisiertem Ruß, *Kiselev, Kovaleva u. a. R. 172, 74*
 — von Dibenzylsulfoxid an der Phasengrenze Hg/wäßrige H_2SO_4 -Lösung, *Palczewsky u. Wróblowa. R. 173, 155*
 — von Elementen durch Anionenaustausch in HCl-HF-Lösungen, *Nelson, Rush u. Kraus. R. 172, 75*
 — von Flüssigkeitsgemischen, *Kipling u. Wright. R. 171, 88*
 — von Gasen, Energieumsätze bei der, *Kington u. Macleod. R. 171, 81*
 — von Kohlendioxid bei hohen Drucken an porösen Rußproben, *Jones, Isaac u. Phillips. R. 171, 89*
 — von Kohlenoxid an Zinkoxyd, *Low u. Taylor. R. 171, 90*
 — von Krypton, Ausnutzung der — zur Bestimmung von Oberflächengrößen, *Malden u. Marsh. R. 171, 90*
 — von Olefinen, *MacIver, Zabor u. Emmett. R. 171, 89*
 — von Olefinen, Säure/Base-Wechselwirkung bei der — an Aluminiumkaolin, *Jurinak u. Volman. R. 171, 90*
 — von organischen Dämpfen an Polyäthylen, *Rogers, Stannett, Szwarc. R. 172, 75*
 — von partiell fluoridierten Carboxylestern, Isothermen der, *Jarvis u. Zisman. R. 172, 74*
 — von polaren Molekeln, IR-Untersuchung der, *Folman u. Yates. R. 171, 172*
 — von Polymeren an Ruß über mehrere Segmente, *Binford, jr. u. Gessler. R. 172, 73*
 — von Stickstoff bei hohen Drucken an porösen Rußproben, *Jones, Isaac u. Phillips. R. 171, 89*
 — von Wasser an Zinkoxid, *Low u. Taylor. R. 171, 90*
 — von Wasserstoff an Graphon, *Pace u. Siebert. R. 171, 84*
- Aerosole**, Kaskaden-Auffänger zur Teilchengrößenbestimmung in, *Mitchell u. Pilcher. R. 171, 96*
 —, Korrosionsprüfung von Anstrichen mit Hilfe von, *Anders. R. 172, 191*
 —, Nachweismethode des langlebigen radioaktiven Aerosols der Atmosphäre, *Klumb u. Dahlem. R. 171, 174*
- Aktivkohle**, Hydrolyse von Kalium an, *Wolff. R. 171, 90*
Alginsäure und Alginate, *Maass. B. 173, 144*
- Alkalihalogenide**, Schleiffestigkeit und spezifische Grenzflächenenergie der — vom NaCl-Typus, *v. Engelhardt u. Haussühl. O. 173, 20*
- Allium cepa**, Elektronenspinresonanz-Untersuchungen von, *Edwards, Kerkut u. a. R. 172, 72*
- Aluminium**, elektronenmikroskopische Untersuchung des Subkorngefüges in Reinst—, *Bichsel. R. 172, 96*
 —, Keimbildung bei der Rekristallisation plastisch verformter Folien von, *Haase u. Granzer. R. 173, 164*
 —, Korngrenzenwanderung in Aluminium-Bikristallen, in der Schmitten, *Haasen u. Haessner. R. 171, 195*
- Aluminiumoxid**, Heißpressung von, *Mangsen, Lambertson u. Best. R. 172, 69*
- Aminosäuren**, radiationschemische Synthese von — und verwandten Verbindungen, *Dose u. Ettore. R. 171, 160*
- Amöbe Hyalodiscus simplex n. sp.**, licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an, *Wohlfahrt-Botterman. R. 173, 154*
- Amylose**, enzymatischer An- und Abbau von, *Husemann. R. 173, 88*
- Analyse**, chemische, *Laitinen. B. 173, 143*
 —, qualitative, *Hofmann. B. 172, 190*
 —, spektrochemische — mit Röntgenstrahlen, *Liebafsky, Pfeiffer u. a. B. 173, 79*
- Anstrichmittel**, Pigmente für Rostschutz —, *van Oeteren. R. 171, 196*
- Antikörper**, allgemeine Methode zur Isolierung von, *Singer, Fothergill u. Shainoff. R. 172, 73*
- Arterenol**, Nachweis von, *Gross u. Ambros. R. 173, 153*
- Austenit**, Einfluß der Oberflächengrenzschicht auf das Reibungsverhalten von Werkstoffen aus, *Wiegand u. Kloos. R. 171, 196*
- Automatisierung**, Handbuch der — technik, *Kretzmann. B. 171, 76*
- Bacteriophage**, Strukturkomponenten der, *Brenner, Streisinger u. a. R. 172, 72*
- Bakterien**, elektrophoretische Untersuchungen an, 5., *Douglas. R. 171, 87*
- Barium**, System-Nr. 30, Ergänzungsband, *Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. B. 173, 75*
- Basidiomyceten-Hyphen**, osmotisches Verhalten von — im Normalzustand und nach Frosteinwirkung, *Krisai-Knyrim. R. 171, 166*
- Baumwolle**, Abbau von — durch Cellulasen in Filtraten aus wachsenden Mikroben, *Porter, Carra u. a. R. 172, 93*
 —, Abbau von — während des Wachstums celluloselösender Mikroorganismen, *Porter, Carra u. a. R. 172, 93*
 —, Auswirkung der Aminierung auf, *McDonald, Humphreys u. Grant. R. 172, 93*
 —, Behandlung ohne Spannung der durch Cyanoäthylierung von Garnen aus — herbeigeführten Änderungen in Feinstruktur und mechanischen Eigenschaften, *Conrad, Stanonis u. a. R. 172, 92*
 —, Carbamidäthylierung von — und Behandlung mit Formaldehyd, *Negishi u. Aida. R. 171, 193*
 —, Cyanäthylierung von — und Einfluß der Substituenten auf die Widerstandsfähigkeit gegen Mikroorganismen, *Pacetti u. Prati. R. 171, 191*
 —, Einfluß des Phasengleichgewichts $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_{10}$ -CaCl₂-H₂O auf die Waschwirkung bei Geweben aus, *Diamond u. Grove. R. 171, 194*
 —, Formaldehydbehandlung nach der Amidoxin-Bildung partiell cyanäthylierter, *Negishi, Ito u. Aida. R. 171, 193*
 —, Mechanismus der Harzablagerung in, *Rath, Herbolsheimer u. Stapf. R. 172, 94*
 —, Natur des hartnäckig an — haftenden Schmutzes, *Powe. R. 171, 193*
 —, präparative Herstellung partiell phosphonomethylierter, *Hobart, Drake, jr. u. Guthrie. R. 171, 192*
 —, Reaktionsprodukte aus Aldehyden u. Äthylenimin als Ausrüstungsmittel für Gewebe aus, *Chance, Perkins u. Reeves. R. 172, 94*
 —, Schmutzeinfluß auf den photochemischen Abbau von, *Morris u. Wilsey. R. 171, 193*
 —, Siliconmischung für eine beständige wasserabstoßende Ausrüstung von, *Conner, Reeves u. Chance. R. 172, 94*
 —, Vernetzung von — in verschiedenen Stadien der Faserquellung, *Reeves, Perkins u. Chance. R. 172, 93*
 —, Waschbeständigkeit u. Haltbarkeit verbessernde Ausrüstung von — mit Hilfe von Epoxyden, *Galligan u. Sookne. R. 172, 94*
 —, Wetterbeständigkeit von, *Howard u. McCord. R. 171, 192*

- Baustoffe*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Bence-Jones-Proteine*, Chemie und Nachweis der, *Jirgensons*, *Ikenaka* u. *Gorguraki*. **R. 171**, 93
- Beton*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Biene*, Feinstruktur der Plattenorgane der Antenne der Honig—, *Sliefer* u. *Sekhon*. **R. 173**, 154
- Bindung*, Theorie der chemischen — und der Zustände der Materie, *Jasquier*. **B. 173**, 79
- , Wasserstoff—, *Pimentel* u. *McClellan*. **B. 172**, 190
- Biochemie*, Fortschritte der, *Haurowitz*. **B. 172**, 67
- , Zusammenfassung und Sachregister zu den Symposien- und Kolloquienbänden, *International Abstracts of Biological Sciences* u. *Wewalka*. **B. 173**, 80
- der Ernährung, *Lang*. **B. 171**, 153
- Bitumen*, Ermüdung von Straßendecken aus, *Saal* u. *Pell*. **O. 171**, 61
- Blasen*, Gasaustausch zwischen — und gaslösenden Flüssigkeiten, *Bogdandy*, *Rutsch* u. *Stranski*. **R. 171**, 80
- Blockpolymere* mit Äthylenoxyd, *Richards* u. *Szwarc*. **R. 171**, 162
- mit Styroloxyd, *Richards* u. *Szwarc*. **R. 171**, 162
- Blutgruppen-Substanzen*, Chemie der — M und N und ihre Beziehung zum Influenzavirus, *Romanowska*. **R. 171**, 166
- Boden*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Brandlehre* und chemischer Brandschutz, *Scheichl*. **B. 171**, 154
- Brennstoffe*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Cadmium*, System-Nr. 33, Ergänzungsband, *Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie*. **B. 173**, 76
- Calcit*, Immersionswärme von — in Abhängigkeit von der Vorbehandlung, *Wade* u. *Hackerman*. **R. 171**, 90
- Calliphora vomitoria*, Elektronenspinresonanz-Untersuchungen von, *Edwards*, *Kerkut* u. a. **R. 172**, 72
- Carboxypeptidase*, Rolle des Zinks in, *Vallee*, *Rupley* u. *Coombs*. **R. 171**, 170
- Carcinogene Verbindungen*, polarisierende Wirkung krebshemmender Stoffe auf, *Schmid*. **R. 173**, 86
- Casein*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Cellulose*, Abbau von — im Vakuum, *Flynn*, *Wilson* u. *Morrow*. **R. 172**, 80
- , ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- , Bestimmung der Viskositätszahl von, *Marx* u. *Schulz*. **R. 173**, 88
- , chemische Eigenschaften von modifizierter, *Sihvola*. **R. 173**, 88
- , Feinstruktur von regenerierter — aus der chemischen Quellung, *Dlugosz* u. *Michie*. **R. 172**, 79
- , Herstellung und Hydrolysegeschwindigkeit von Perfluorestern der, *Benerito*, *Berni* u. *Fagley*. **R. 172**, 92
- , Reaktion von Epoxiden mit Baumwolle — in Gegenwart von NaOH, *McKelvey*, *Webre* u. *Klein*. **R. 171**, 193
- , Reaktionszone in chemisch behandelter Baumwolle—, *Tripp*, *Moore* u. a. **R. 171**, 193
- , thermischer Abbau von — Derivaten, *Madorsky*, *Hart* u. *Straus*. **R. 172**, 81
- Cellulose*, Vernetzung von Baumwoll— mit Hilfe von quaternären Ammoniumderivaten von Bis-chlor-methyläthern, *Tesoro* u. *Stevens*. **R. 172**, 94
- Celluloseacetat*, Succinamate von, *Kiefer*, *Touey* u. *Caldwell*. **R. 171**, 179
- , theoretische Erwägungen zum Färben von — mit Dispersionsfarbstoffen, *White*, jr. **R. 172**, 94
- , Wechselwirkungen von Kieselsäure mit Oberflächenfilmen von, *Holt* u. *Went*. **R. 171**, 88
- Celluloseester*, Verringerung der Viskosität von, *Malm*, *Tanghe* u. *Glegg*. **R. 171**, 179
- Cellulosenitrat*, Bestimmung der Viskositätszahl von, *Marx* u. *Schulz*. **R. 173**, 88
- , dynamisch-mechanische und Kriecheigenschaften einer 23%igen Lösung von, *Plazek*. **R. 173**, 88
- , Einfluß des Substitutionsgrades auf einige Viskositätsparameter für, *Pearson* u. *Moore*. **R. 173**, 158
- Ceruloplasmin*, Gewinnung von, *Steinbuch* u. *Quentin*. **R. 172**, 83
- Chemie*, analytische, s. auch Analyse
- , Bio—, s. Biochemie
- , Chemische Analyse, *Laitinen*. **B. 173**, 143
- , Einführung in die organische — der Hochpolymeren, *Marvel*. **B. 171**, 72
- , Fortschritte der anorganischen — und der Radio—, Bd. 2, *Emeléus*. **B. 172**, 190
- , Fortschritte der — im Jahre 1959, *Chemical Society, London*. **B. 173**, 79
- , Grundlagen der analytischen, *Seel*. **B. 172**, 190
- , Grundzüge der — der ionisierenden Strahlungen, 1., *Maurer*. **R. 171**, 169
- , Kolloid—, s. Kolloidchemie
- , Laboratoriumsmethoden der organischen, *Wiberg*. **B. 172**, 66
- , Lehrbuch der anorganischen, *Hollemann* u. *Wiberg*. **B. 172**, 67
- , Lehrbuch der organischen, *Hollemann*. **B. 171**, 155; *Karrer*. **B. 171**, 154; *Noller*. **B. 171**, 155
- , Lehrbuch der physikalischen — in elementarer Darstellung, *Eggert*, *Hock* u. *Schwab*. **B. 172**, 186
- , Lipoid—, *Hanahan*. **B. 173**, 77
- , organische — für Fortgeschrittene, *Wheland*. **B. 173**, 80
- , Photo— im flüssigen und festen Zustand, *Heidt*. **B. 171**, 77
- , physikalische — in Biologie und Medizin, *Bénézech*. **B. 171**, 73
- , physikalische Methoden der analytischen, *Berl*. **B. 171**, 155
- , physikalische Methoden der organischen, *Weißberger*. **B. 171**, 155
- , theoretische Bio—, *Netter*. **B. 173**, 144
- , Versuche auf dem Gebiet der organischen, *Hollemann*. **B. 171**, 155
- Chlorocruorin*, physikalisch-chemische Eigenschaften des — von *Spirographis Spallanzani*, *Scheler*. **R. 171**, 169
- Chloroplasten*, Bewegung von — in polarisiertem Licht, *Haupt*, *Köhler* u. *Müller*. **R. 171**, 165
- , elektronenmikroskopische Untersuchungen der lichtabhängigen Vakuolisierung von, *Lindner*. **R. 171**, 166
- Chondroitinsulfate*, makromolekulare Eigenschaften von isomeren, *Mathews*. **R. 171**, 177

- Chromatographie*, Bestimmung von Porosität und Tortositäts-Koeffizienten des Papiers für, *Vacik u. Cabikar*. **R. 173**, 82
- , geometrische Struktur des Papiers für, *Vacik, Grubner u. Dvořák*. **R. 173**, 82
- , Grundlagen der, *Cassidy*. **B. 171**, 155
- , Vitamintrennung durch Dünnschicht—, *Gänshirt u. Malzacher*. **R. 173**, 163
- , Zentrifugalkühler für präparative Gas—, *Wehrli u. Kovats*. **R. 173**, 92
- , Zonenwanderung in der — bei Adsorbentien mit einem Adsorptionsmaximum, *Fatt u. Selim*. **R. 171**, 89
- Chymotrypsin*, Peptide aus dem Trypsin-Hydrolysat von oxydiertem, *Meloun, Vanžček u. a.* **R. 173**, 158
- Chymotrypsinogen*, Einfluß von pH-Wert u. Salzen auf die Harnstoffdenaturierung von, *Chervenka*. **R. 172**, 79
- α -*Chymotrypsinogen*, chemische Derivate von, *Abadi u. Wilcox*. **R. 172**, 79
- Copolymere*, Glastemperatur von, *Dimarzio u. Gibbs*. **R. 171**, 181
- , Schmelzpunkte u. Schmelzwärmen von, *Dole u. Wunderlich*. **R. 171**, 180
- , thermodynamische Untersuchungen an Lösungen von, *Tager u. Iovleva*. **R. 172**, 67
- aus Acrylsäure und Acrylamid, scheinbare Dissoziationskonstante der, *Miller u. Rauhut*. **R. 171**, 180
- aus Butadien und Acrylnitril, thermischer Abbau von, *Straus u. Madorsky*. **R. 171**, 190
- aus Butadien und Styrol, thermischer Abbau von, *Straus u. Madorsky*. **R. 171**, 190
- aus Tetrafluoräthylen und Hexafluorpropylen, innere Reibung in, *McCrum*. **R. 171**, 180
- aus 4-Vinylpyridin und Methacrylsäure, Viskosität verdünnter Lösungen von, *Jordan u. Kurucsev*. **R. 173**, 89
- von Vinylverbindungen, IR-Bestimmung der Zusammensetzung von, *Glass u. Melvin*. **R. 171**, 180
- Copolymerisation* von N-Alkylmaleinsäureamiden u. -imiden, *Coleman u. Conrady*. **R. 171**, 163
- Cord*, Stauch-Ermüdung und Dämpfungserscheinungen an Reifen—, *Kemmnitz*. **R. 171**, 99
- , Verhalten bei hohen Dehnungsgeschwindigkeiten, *Pavlov, Yaminskaya u. Krymov*. **R. 171**, 189
- Corticotropine*, Bauprinzipien in der Aminosäurefolge der, *Schwartz*. **R. 171**, 170
- Cysteamin*, Schutzwirkung von — gegen akutes Lungensyndrom in Ratten nach Einwirkung von Röntgenstrahlen, *Dunjic, Maisin u. Madague*. **R. 173**, 85
- Cystein-Desulphydrase*, Isolierung und Eigenschaften von, *Mádlo*. **R. 173**, 86
- Decalin*, Viskosität von cis- und trans—, *Boelhouwer u. Waterman*. **R. 173**, 80
- Depolymerisation*, Kinetik der — für Polymere, bei denen eine ursprüngliche „wahrscheinlichste“ Molekulargewichtsverteilung vorliegt, *Boyd*. **R. 171**, 77
- Desorption* von Alkoholen (Äthanol und Propan-2-ol) an Metalloxyden, *Wheeler, Darby u. Kemball*. **R. 171**, 171
- Desoxyribonuclease*, saure — der Milz von normal und durch Cysteamin geschützten Ratten nach Bestrahlung, *Goutier*. **R. 172**, 73
- Desoxyribonucleinsäure*, Abbau von — durch Scherkräfte, *Cavalieri u. Rosenberg*. **R. 171**, 176
- , Darstellung molekularer Fäden von, *Kleinschmidt, Lang u. Zahn*. **R. 171**, 178
- , Hitzeeinfluß auf Lösungen von, *Rosenkranz u. Bendich*. **R. 172**, 83
- , Isolierung von — durch die p-Aminosalicylat-Methode, *Kirby*. **R. 171**, 93
- , Mechanismus des Strahleneinflusses auf die Synthese der, *Lajtha, Oliver u. a.* **R. 171**, 168
- , Tritiumindizierte, *Borenfreund, Rosenkranz u. Bendich*. **R. 172**, 79
- , Wirkung von γ -Strahlen auf Na-Salz der, *Cox, Overend u. a.* **R. 171**, 178
- Detergentien*, rheologische Festkörperuntersuchung des Mechanismus der Wechselwirkungen zwischen Paraffinen und — in wäßrigen Systemen, *Radd u. Crowder*. **R. 171**, 175
- Dextran*, Beziehung zwischen Lichtstreuung, Viskositäts- und Goldzahl für einige Fraktionen von, *Hamdy, Gardner u. a.* **R. 173**, 157
- , Lokalisierung und Retention von — in normalen und röntgenbestrahlten Kaninchen, *Detrick, Upham u. a.* **R. 173**, 85
- , Ultrazentrifugen- und Diffusionsmessungen an nicht-Newtonschen Lösungen extrem großer Makromolekel von, *Elias*. **R. 173**, 87
- Diatomee Caloneis obtusa*, Permeabilität der, *Höfler*. **R. 173**, 153
- Dielektrika*, Fortschritte der, Bd. 2, *Birks u. Schulman*. **B. 171**, 77
- Dielektrische Dispersion*, Theorie der — in Abhängigkeit von der Grenzflächenpolarisation und ihre Anwendung auf Emulsionen, *Hanai*. **O. 171**, 23
- Dielektrische Relaxation* und freies Volumen, *Hill*. **R. 173**, 147
- Diffusion* von Gasen in der Umgebung einer hohlen Blase, *Suquet*. **R. 173**, 81
- Diffusionskoeffizient*, Messung in Lösungen von Hochpolymeren, *Nachtigall u. Meyerhoff*. **R. 171**, 96
- , Verteilung in Polymeren, *Moacanin, Felicetta u. McCarthy*. **R. 172**, 82
- 2,6-Dimethyl-5-selen- γ -pyron*, Verhalten von — in binären Gemischen mit protonischen und nicht-protonischen Lösungsmitteln, *Rolla u. Franzosini*. **R. 173**, 83
- Diphosphopyridinnucleotid*, Photorestaurierung des — nach UV-Bestrahlung, *Ekert u. Monier*. **R. 172**, 72
- Dispersionen*, statistische Theorie der Turbulenz bei der Vorausberechnung der Teilchengrößenverteilung in gerührten, *Shinnar u. Church*. **R. 173**, 156
- von anisometrischen Teilchen. Sedimentvolumen und Sedimentstruktur in, *Vold*. **R. 173**, 150
- Diuretisches Prinzip* von *Herniaria glabra* L., *Hörhammer, Wagner u. Probst*. **R. 171**, 166
- n-Docosansäure*, Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften von, *Daguerre*. **R. 171**, 86
- Dodecylsulfate*, Löslichkeit verschiedener Metall— in Wasser, *Miyamoto*. **R. 173**, 156
- , Oberflächenspannung wäßriger Lösungen von Metall—, *Miyamoto*. **R. 173**, 156
- Donnan-System*, Berechnung des osmotischen Druckes und der Salzverteilung in einem, *Stigter u. Hill*. **R. 171**, 79
- Drähte* aus Wolfram, Übergang vom plastischen zum spröden Verhalten bei, *Schilling u. Paschedag*. **R. 172**, 96

- Durum*, aktuelle Probleme über — und Teigwaren, Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V. **B. 171**, 76
- n-Eicosansäure*, Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften von, *Daguerre* **R. 171**, 86
- Elastomere*, *Garvey* **R. 171**, 98
- , Infrarotspektroskopie von Polyurethan—, *Bartkowski* **R. 173**, 163
- Elektrische Doppelschicht*, Eigenschaften der — in konzentrierten KCl-Lösungen, *Sams, jr., Lees u. Graham* **R. 171**, 84
- , Struktur der — u. Elektrodenprozesse mit vorhergehender Reaktion, *Matsuda* **R. 172**, 76
- Elektrodenprozesse*, Faraday-Impedanzmessungen bei schnellen, *Matsuda* **R. 172**, 76
- , galvanostatische Doppelschichtmethode für, *Matsuda u. Delahay* **R. 172**, 76
- Elektrodialyse*, Einfluß der Turbulenz auf den Grenzstrom in — Zellen, *Cowan u. Brown* **R. 171**, 156
- Elektrokinetisches Potential*, Beziehungen des — zur Adsorption in der Öl/Wasser-Grenzschicht, *Ander-son* **R. 171**, 91
- Elektrolyse*, Mechanismus der Inhibierung mit organischen Stoffen, *Fischer* **R. 171**, 156
- Elektronenmikroskopie*, Anwendung der — in Korrosionsforschung und in der Untersuchung von Oberflächenschutzschichten, *Holló u. Guba* **R. 172**, 190
- , Apparat zur kontinuierlichen Spülung, Entwässerung und plastischen Imprägnierung der Präparate, *Hanson* **R. 171**, 185
- , Bildung von Kohleschichten auf Präparaten, *Zehender* **R. 171**, 97
- , elektrolytisch abgeschiedene Pt-Filme als Abdrucke in der, *Schlötterer* **R. 171**, 185
- , Genauigkeit von Beugungsserien mit dem Elmiskop I, *Weiner u. Schiele* **R. 173**, 146
- , Interpretation der Kontraste bei der Durchstrahlung dünner Kristalle, *Alexander* **R. 172**, 190
- , Präparation von Kathodenfilmen, *Weiner u. Schiele* **R. 171**, 185
- , Präparationstechnik für poröse u. pulverförmige Körper, *Leont'ev u. Luk'janovič* **R. 172**, 90
- , Schrägbedampfung mit Platin, *Gadacz u. Reimer* **R. 171**, 185
- , Untersuchungs- und Präparationsmethoden, *Reimer* **B. 171**, 75
- Elektronik für Spektroskopiker*, *Cannon* **B. 173**, 78
- Elektrophorese*, Annäherung an die kontinuierliche, *Dobry u. Finn* **R. 173**, 91
- , Oberflächenladung und, *Chartoraj u. Bull* **R. 172**, 76
- , quaderförmige — Zelle mit nicht polarisierbaren Elektroden, *Fujii* **R. 171**, 91
- , Versuchstechnik zur Sicherung stabiler Zonen und Ausnutzung der Trennungskapazität einer Dichtegradientensäule bei der Dichtegradienten—, *Svensson u. Valmet* **R. 171**, 185
- Emulgatoren*, Verwendung verseifbarer — auf dem Kunststoffgebiet, *Messwarb, Paschke u. Seibel* **R. 172**, 91
- Emulsionen*, Beziehung zwischen dem elektrokinetischen Potential und der Stabilität in W/O—, *Albers u. Overbeek* **R. 171**, 173
- , Einfluß von Änderungen der Umgebung auf durch feste Stoffe stabilisierte, *Srivastava* **O. 173**, 137
- Emulsionen*, elektrische Leitfähigkeit von O/W—, *Hanai, Koizumi u. a.* **O. 171**, 20
- , Ladung als Stabilisierungsfaktor gegen Flockung in W/O—, *Albers u. Overbeek* **R. 171**, 173
- , Seifentitration acrylartiger, *Brodnyan u. Brown* **R. 173**, 87
- , Theorie der dielektrischen Dispersion in Abhängigkeit von der Grenzflächenpolarisation und ihre Anwendung auf, *Hanai* **O. 171**, 23
- , Theorie der Dielektrizitätskonstante polydisperser, *Rajagopal* **R. 173**, 156
- Enzyme*, angebliche Empfindlichkeit von Sulfhydryl— gegenüber ionisierender Strahlung, *Pihl, Lange u. Eldjarn* **R. 171**, 87
- , Herstellung handelsüblicher — durch Extraktion, *Placek, Bavisotto u. Jadd* **R. 173**, 164
- , Inhibierung der Sulfhydryl— durch Formamidin-Disulfid, *Walker u. Walker* **R. 172**, 85
- , Kinetik der Gleichgewichtszustände in — Systemen in lebenden Objekten, *Lundegårdh* **R. 171**, 167
- Epoxydharze*, Erfahrung mit amingehärteten — Anstrichen, *Wildschut* **R. 171**, 196
- , Rückblick, gegenwärtiger Stand und Ausblick, *Meyerhans* **R. 173**, 94
- , Untersuchung der Polymerisation von — durch Messungen des elektrischen Widerstandes, *Warfield u. Petree* **R. 172**, 191
- Ernährung*, Biochemie der, *Lang* **B. 171**, 153
- Exoelektronen*, Emission von — aus NaCl, *Seidl u. Stelka* **R. 173**, 155
- Extraktion*, Längsdurchmischung in einer pulsierenden Siebplatten-Extraktionssäule, *Maru. Babb* **R. 171**, 80
- Fällung* aus homogener Lösung, *Gordon, Salutsky u. Willard* **B. 171**, 72
- Farben*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials* **B. 171**, 155
- Farbstoffe*, papierchromatischer Nachweis von als Lebensmittelsäuren verwendeten synthetischen, *Serini* **R. 171**, 186, 187
- der Wicke, *Reichel u. Hiller* **R. 171**, 166
- Fasern*, *Grove, Casey u. Vodonik* **R. 171**, 100
- , Forschung u. Entwicklung auf dem Gebiet der synthetischen — in Rußland u. den Satellitenstaaten, *Laible u. Weiner* **R. 172**, 94
- , Meßmethoden für die dynamisch-mechanischen Eigenschaften von — aus hochpolymeren Stoffen, *Thurn. W.* **K. 173**, 72
- , Porenorientierungsfaktor in, *Biejer u. Mason* **R. 171**, 88
- , Trocknung von — mittels Luft-Konvektion, *Downes u. McMahon* **R. 171**, 194
- aus Cellulose, Waschbeständigkeit von Geweben aus, *Lund u. Waters* **R. 171**, 194
- aus Kollagen, s. Kollagen
- aus Wolle, Bildung von Vinylpolymeren auf, *Prati* **R. 171**, 191
- aus Wolle, Spannungsänderungen bei Benetzung und Trocknung von, *Feughelman* **R. 171**, 192
- Fermentation*, *Beesch u. Tanner* **R. 171**, 100
- , rheologische Eigenschaften von — ansätzen, *Kempe* **R. 173**, 164
- Feststoffe*, nichtkristalline, *Fréchette* **B. 172**, 67
- , pneumatische Zuführung und kontinuierliche Verflüssigung von, *Gopichard, Sarma u. Rao* **R. 171**, 184

- Feststoffe**, Theorie der Zerreißfestigkeit von festen Stoffen mit Wasserstoffbrken-Bindungen, *Nissan*. **R. 173, 148**
- Feuerfeste Massen**, statistische Zusammenhänge zwischen den Werten für Kaltdruckfestigkeit, Porosität und Gasdurchlässigkeit bei, *Konopicky*. **R. 173, 95**
- , Wrmedehnungs- und Schwindungsmessungen an, *Reich*. **R. 173, 95**
- Fibrinogen**, immunochemische Untersuchung des — und seiner Derivate, *Salmon*. **R. 171, 87**
- vom Menschen, Sedimentations-, Viskositäts- und Lichtstreuungsforschungen an — bei verschiedener Ionenstärke, *Sowinski, Freling u. Koenig*. **R. 173, 91**
- vom Rind, physikalisch-chemische Eigenschaften der Lösungen von — bei verschiedenen Ionenstärken, *Sowinski, Oharenko u. Koenig*. **R. 172, 84**
- Filme**, Meßmethode für die dynamisch-mechanischen Eigenschaften von — aus hochpolymeren Stoffen, *Thurn*. **W. K. 173, 72**
- Filmverdampfer**, Untersuchung eines — mit aufsteigendem Film, *Hadley u. Thomas*. **R. 173, 162**
- Flavonoide**, Ausstattung von Streptocarpusblten an, *Bopp u. Boll*. **R. 173, 153**
- Fließen**, Einfluß der Querschnittsverhältnisse und der Viskosittsgradienten auf das — durch offene Kanäle, *Cooper, jr.* **R. 172, 67**
- , nicht-Newtonsches, *Wilkinson*. **R. 171, 159**
- Fließkurven**, Interpretation der — durch die molekularen Eigenschaften, *Schurz*. **R. 171, 157**
- Fliemeter**, Erlangung von Fliesignalen mit einem elektromagnetischen, *Barnes*. **R. 171, 184**
- Fluoracetat**, Citronensuregehalt in den Geweben der Maus nach Injektionen von — und Bestrahlung, *Liébecq u. Liébecq-Hutter*. **R. 173, 86**
- , Schutz der Maus gegen Röntgenstrahlen durch, *Bacq, Fischer u. Herve*. **R. 173, 84**
- Fluorkohlenstoff-Elastomere**, lsungsmittelbestndige, *Stivers, Honn u. Robb*. **R. 171, 191**
- Flüssigkeiten**, Anwendungsbeispiele der physikalischen Ähnlichkeit auf die Mechanik der, *Martinet*. **B. 173, 79**
- , dielektrische Relaxation einiger starrer Molekeln in viskosen Lösungen, *Kalman u. Smyth*. **R. 173, 147**
- , Durchmischen von Newtonschen und nicht-Newtonschen — hoher Viskosität, *Lee, Finch u. Wooldedge*. **R. 173, 81**
- , Eindringen von — in ein poröses Medium oder Hele-Shaw-Zellen, in denen sich eine stark viskose Flüssigkeit befindet, *Saffman u. Taylor*. **R. 173, 149**
- , transversal isotrope, *Ericksen*. **O. 173, 117**
- , „Umhaftung“ von, *Wolfram*. **W. K. 173, 73**
- Follikelpithel**, Feinstruktur des — von Amphibien, *Wartenberg u. Gusek*. **R. 173, 154**
- Fortpflanzung**, Kinetik der zellulären, *Stohlmann*. **B. 172, 65**
- Frostschutzmittel**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171, 155**
- Füllstoffe**, Versuche zur Aktivierung heller Verstärker—, *Ecker*. **R. 172, 91**
- Galvanik**, Theorie der Glanzbder, *Weiner*. **R. 172, 192**
- Gasblasen**, Strömen eingeschlossener — durch eine Kapillare, *Marchessault u. Mason*. **R. 173, 147**
- Gaschromatographie**, Untersuchung der Zersetzungsprodukte von Mischsalzen durch, *Dreyer u. Nehring*. **R. 171, 185**
- Gelatine**, Bedeutung der Prolylreste in Oberflächenfilmen von, *Ikeda u. Iemura*. **R. 173, 158**
- Gelberben-Virus**, elektronenmikroskopische Untersuchung des, *Horne*. **R. 171, 179**
- Gele**, Diffusion der Proteine in Abhängigkeit von der Struktur der, *Wunderly*. **R. 171, 94**
- , geordnete intermicellare Kristallisation in, *Thiele u. Krönke*. **R. 172, 78**
- , Schmelz- und Gefriervorgänge in gesättigten, *Kanig*. **O. 173, 97**
- , thixotrope, s. Thixotropie
- von Aluminiumhydroxid, Takto—, *Zocher u. Török*. **O. 173, 1**
- von Dextran, Fraktionierung von Polypeptiden und Proteinen an, *Porath*. **R. 171, 93**
- von Polyelektrolyten, unterschiedliches Verhalten von — mit seifenähnlichen Strukturelementen gegenüber Chlor- und Bromionen, *Woermann*. **R. 171, 92**
- Gerüstproteine** von Herzgeweben, Elektrophorese von, *Crepax u. Parmeggiani*. **R. 171, 167**
- Gewebe aus Wolle**, Einfluß der Faserkennzahlen auf die Wasch- u. Haltbarkeitscharakteristik von, *Krasny u. Harris*. **R. 172, 93**
- Gießereisande**, Aufbereitung und Klassifizierung von — durch Schlmmverfahren, *Eder*. **R. 172, 192**
- , Bestimmung der spezifischen Oberfläche, der Kornform und der Kornstruktur von, *Hofmann*. **R. 172, 192**
- Gitterstruktur**, Analyse der, *Buerger*. **B. 172, 190**
- Glas**, Anisotropie an Fasern aus Silicat—, *Merker*. **R. 171, 195**
- , Druckfestigkeit von, *Argon, Hori u. Orowan*. **R. 172, 95**
- , Einfluß der chemischen Zusammensetzung von — auf die Adhäsion von Polymeren, *Aslanowa*. **R. 173, 94**
- , Fasern von Metaphosphat—, *Banerjee*. **R. 173, 94**
- , Oberflächenfehler bei technischem, *Brüche u. Peter*. **R. 173, 94**
- , Relaxationserscheinungen an Alkalisilicat—, *Jagdt*. **R. 173, 95**
- , Struktur und Werkstoffeigenschaften bei, *Hellwege*. **R. 173, 93**
- , strukturelle u. thermische Ausdehnung in Alkalisilicat—, *Tilton*. **R. 172, 95**
- , Strukturfolgerungen aus der Elektronenmikroskopie der Oberfläche von, *Warshaw*. **R. 172, 95**
- , submikroskopische Struktur von, *Porai-Koshits*. **R. 173, 95**
- , Unterscheidung zwischen H₂O-Molekeln und OH-Gruppen in, *Scholze*. **R. 173, 164**
- Gleichgewicht**, Prinzipien des chemischen, *Denbigh*. **B. 171, 153**
- γ -Globulin** vom Menschen, Vergleich einiger chemischer und physikalisch-chemischer Eigenschaften von auf verschiedene Art hergestelltem, *Vodrka, Mach u. a.* **R. 172, 191**
- Glucagon**, Elementarzelle von kubischem, *King*. **R. 173, 85**
- Glykogen**, elektronenoptische Darstellung von, *Themann*. **R. 173, 160**
- Graphit** u. Kohle, *Gaylord*. **R. 171, 80**

- Graphon*, Adsorption von Wasserstoff an, *Pace* u. *Siebert*. **R. 171**, 84
- Grenzfläche* Halbleiter/Lösung, Potential der — in Abwesenheit von Netzstrom: Germanium, *Lovreček* u. *Bockris*. **R. 171**, 91
- Quarz/Elektrolytlösung, elektrokinetische Annäherung an die Energetik der, *Myers* u. *Lewis*. **R. 172**, 76
- Grenzflächenaktive Substanzen*, analytische Methode für die Leitfähigkeitsdaten der Lösungen von, *Meguro*, *Kondo* u. a. **R. 171**, 175
- , Aufnahme von Kation und Anion durch verschiedene celluloseartige Substrate, *Sexsmith* u. *White*, jr. **R. 171**, 174
- , Bildung positiver Silbersole bei Gegenwart von, *Ottewill* u. *Watanabe*. **O. 171**, 33
- , Einfluß von — auf das Wachstum von Kristallen, *Michaels* u. *Colville*, jr. **R. 172**, 69
- , Einfluß von Veresterung der Carboxylgruppen in celluloseartigen Materialien auf die Adsorption der kationischen, *Gotshal*, *Rebenfeld* u. *White*, jr. **R. 171**, 174
- , III. Internationaler Kongreß über, *Lange*. **T. 173**, 141
- , pH-Einfluß auf die Solubilisierung von schwachen Säuren und Basen in Lösungen von, *Dyer*. **R. 171**, 174
- , Sorption von anionischen — an Textilfasern, *Kölbel* u. *Hörig*. **R. 172**, 78
- , synthetische Waschmittel und, *Snell*, F. D. u. C. T. **R. 171**, 196
- , theoretisches Modell für die Absorption der kationischen — in celluloseartigen Materialien, *Sexsmith* u. *White*, jr. **R. 171**, 175
- , Zeitabhängigkeit des Micellenzusammenbruches bei, *Becher* u. *Clifton*. **R. 171**, 174
- , Zunahme der Micellen in Lösungen von, *Biswas* u. *Mukherji*. **R. 172**, 78
- Grenzflächenenergie*, spezifische Adsorption an Kristallflächen und, v. *Engelhardt* u. *Sell*. **R. 171**, 172
- Halbleiter*, Potential der Grenzfläche —/Lösung in Abwesenheit von Netzstrom: Germanium, *Lovreček* u. *Bockris*. **R. 171**, 91
- Hämoglobin*, Denaturierungswärme von Ferri— in saurer Lösung, *Forrest* u. *Sturtevant*. **R. 172**, 80
- , Heterogenität des — von verschiedenen Tieren, *Huisman*, van de Brande u. *Meyering*. **R. 173**, 85
- , Heterogenität des Normal— von erwachsenen Menschen, *Szczepkowski* u. *Konieczny*. **R. 173**, 154
- , Nebenbestandteile von —, auch bei Phenylketonurie, *Clegg* u. *Schroeder*. **R. 171**, 177
- vom Pferd, Zunahme der säurebindenden Stellen bei der Denaturierung von Ferri—, *Beychok* u. *Steinhardt*. **R. 171**, 176
- Harze*, Polymere und —, *Golding*. **B. 172**, 190
- Haut*, Tanninwirkung auf die Permeabilität der —kapillaren, *Gábor* u. *Kiss*. **R. 171**, 165
- Hefe*, Biochemie und Technologie der, *Bergander*. **B. 171**, 76
- in der Wissenschaft, *Reiff*, *Kautzmann* u. a. **B. 173**, 80
- α -*Helix*, Berechnung der Dispersion der optischen Drehung der, *Tinoco* u. *Woody*. **R. 171**, 158
- Heteropolysäuren*, Basizität einiger — und die Ladung von deren Anionen, *Matijević* u. *Kerker*. **R. 171**, 159
- , Hydrodynamisches Volumen der Anionen von, *Pope* u. *Baker*. **R. 171**, 84
- n-Hexadecan*, Viskosität von, *Hardy*. **R. 173**, 83
- Histamin*, papierchromatographischer Nachweis von — in röntgenbestrahlten Histidinlösungen, *Flemming*. **R. 173**, 163
- Hochpolymere*, Alterung von — in Faserform, *Sippel*. **R. 171**, 159
- , anorganische — mit verzerrter Kochsalzstruktur, *Krebs*. **R. 171**, 81
- , Berechnung der Temperaturabhängigkeit der Diffusion kleiner Molekel in, *Brandt*. **R. 171**, 79
- , Messung des Diffusionskoeffizienten in Lösungen von, *Nachtigall* u. *Meyerhoff*. **R. 171**, 96
- Holz*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Hostafon*, Schmelzen und Kristallisieren von, *Kilian* u. *Jenckel*. **R. 171**, 187
- Huminsäuren*, oxydativer Abbau von synthetischen — in Gegenwart von amorpher Kieselsäure, *Scheffer* u. *Kroll*. **O. 172**, 55
- Hydrothermische Reaktionen* von Calciumhydroxyd und Quarz bei 120–220°, *Assarsson*. **R. 172**, 68
- Immunkörper*, präparativ-elektrophoretische Untersuchungen von, *Goreczky*. **R. 172**, 72
- Immunoglobuline*, Einfluß der Verdampfungstemperatur für gezuckerte Kondensmilch auf darin enthaltene, *Monzini* u. *Dapelli*. **R. 171**, 194
- Infrarot-Spektrophotometer*, moderne registrierende, *Funck* u. *Beckmann*. **R. 171**, 183
- Inhalieren*, Untersuchungen über das — von Dämpfen aus radioaktivem Menthol und Kampfer, *Bogner* u. *Grubb*. **R. 173**, 94
- Insulin*, Markierung von — mit Tritium, v. *Holt*, C., *Voelker* u. L. v. *Holt*. **R. 171**, 179
- , Tyrosylwasserstoffbindungen in, *Laskowski*, jr., *Leach* u. *Scheraga*. **R. 172**, 81
- Interferenzmikroskop*, Schaltung für Absolutuntersuchungen im Auflicht mit dem, *Schulz*. **R. 172**, 90
- Ionenaustauscherharze*, Adsorption von fein zerriebenen Teilchen von Anionen — an der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten, *Fujimoto*. **R. 173**, 154
- , Anwendung der irreversiblen Thermodynamik auf den Durchfluß von Na⁺ und Cl[–] durch Kat—, *Meares*. **R. 171**, 84
- , Anwendung von — bei der Waschmittelanalyse, *Voogt*. **R. 172**, 91
- , elektrische Leitfähigkeit und elektroosmotische Permeabilität von Kat—, *Mackay* u. *Meares*. **R. 171**, 99
- , Flockungsverhalten linear-polymerer An— gegenüber einem Arsensulfidol, *Gärtner* u. *Kühn*. **R. 173**, 155
- , Gießharz, *Peakes*, *Orlando* u. *Johnson*. **R. 171**, 98
- , Herstellung und Eigenschaften einiger synthetischer anorganischer An—, *Duwell* u. *Shepard*. **R. 171**, 83
- , Kapillar- u. Ionensiebeigenschaften von, *Blasius* u. *Pittack*. **R. 171**, 97
- , Membranen aus Kat—, *Mackay* u. *Meares*. **O. 171**, 139
- , ninhydrinpositive Substanzen in An—, *Linllar*. **R. 171**, 187
- Ionisierende Strahlungen*, Beeinflussung der Proteinsynthese durch, *Schubert*, *Bettendorf* u. a. **R. 171**, 170

- Ionisierende Strahlungen*, Grundzüge der Chemie der, Maurer. **R. 171**, 169
- Isolierstoffe*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Isopren*, Dimeren des, Binder, Eberly u. Smith. **R. 171**, 163
- Jod-131*, Aufnahme von — durch menschliche Schilddrüsen, Burch. **R. 171**, 167
- , Verseuchung der Milch mit — und Beziehung zur Zunahme der „Hintergrund“- γ -Strahlung, Spiers. **R. 171**, 170
- Kalorimeter* zur Messung spezifischer Wärmen an kleinen Substanzmengen, Müller u. Martin. **O. 172**, 97
- Kaolinit*, Immersionswärme von — in Abhängigkeit von der Vorbehandlung, Wade u. Hackerman. **R. 171**, 90
- Kapillaren*, Fließen in, Greinacher. **R. 171**, 157
- Kapillarität*, Anwendung der thermodynamischen Auffassung der — auf die Phänomene der Randwinkel und der Benetzungsausbreitung, Schwartz u. Minor. **R. 171**, 172
- , Fließen in kapillaren Kanälen, Schwartz u. Minor. **R. 171**, 172
- Kapillarwellen*, Untersuchung der Dämpfung von — in Flüssigkeiten verschiedener chemischer Zusammensetzung, Mészáros. **R. 173**, 92
- Katalase*, Zersetzung von Hydroperoxyden durch, Kern, Jerchel u. a. **R. 171**, 160
- Katalysatoren*, Einflüsse von Zusammensetzung und Struktur bei aus einigen Cycloalkenen hergestellten Alfin—, Morton u. Finnegan. **R. 171**, 164
- aus Aluminiumsilicat, Cumol-spaltende Aktivität von — als Funktion der Oberfläche, Maatman u. Prater. **R. 171**, 92
- Katalyse*, Fortschritte der — u. verwandter Gebiete, Eley. **B. 172**, 66
- , Wirkung von Metallionen im sauren Bereich, Baumann, Gerl u. a. **R. 171**, 159
- Kationen*, kinetische Protondonatorwirkung hydratisierter, Leonhardt u. Weller. **R. 171**, 160
- Kautschuk*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- , Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Schwefel und — durch Zinkoxid, Beniska u. Dogadkin. **R. 171**, 188
- , Bestimmungsmethoden für die Bindefestigkeit zu Cord, Uzina, Gromova u. Vasil'eva. **R. 171**, 190
- , Bindefestigkeit an den Grenzflächen mit Cord, Uzina u. Dostyan. **R. 171**, 190
- , Bindefestigkeit zwischen Lauffläche und Protektor bei wiederholter Deformierung von — Reifen, Levitin Korabiev u. a. **R. 171**, 189
- , chelatbildende Stoffe in der Sulfoxylat-Polymerisation bei der Herstellung von synthetischem, Prince u. Spitz. **R. 173**, 163
- , Diffusionsprozesse bei der Vulkanisation von — Reifen, Blokh, Kormiltzeva u. a. **R. 171**, 189
- , Eigenschaften der Vulkanisate von carboxyliertem, Dolgoplosk, Reikh u. a. **R. 172**, 91
- , Einfluß von Zinkoxid auf die Struktur der Vulkanisate, Beniska u. Dogadkin. **R. 171**, 188
- , Glasseele als Verstärkungsmittel für, Schmidt. **R. 171**, 99
- , Hartgummi, Peters. **R. 171**, 100
- Kautschuk*, Innenrisse bei Spannung in fixierten Zylindern aus, Gent u. Lindley. **R. 171**, 191
- , Isotropie der Gauß-Netzstrukturen und Doppelbrechung für vernetzte kautschukartige Stoffe im gestreckten Zustand, Lodge. **O. 171**, 46
- , kalorimetrische Messungen der thermischen Effekte bei Dehnung von, Dick u. Müller. **O. 172**, 1
- , Kerbzähigkeit von, Kainradl u. Händler. **R. 172**, 92
- , Kerbzähigkeit von Vulkanisaten, Kainradl u. Händler. **R. 171**, 199
- , Kraft/Dehnung-Beziehung bei Reingummi—Vulkanisaten bei Kompression und Spannung, Wood. **R. 171**, 77
- , Methoden zur chemischen Analyse von Gummimischungen, Frey u. Kress. **B. 172**, 187
- , Mischvulkanisate aus, Railsback, Cooper u. Stumpe. **R. 172**, 92
- , Molekulargewicht, Trägheitsradius und thermodynamische Eigenschaften von Lösungen von — in Cyclohexan nach der Lichtstreuungsmethode, Altgelt u. Schulz. **R. 173**, 163
- , ölgestreckter Styrol-Butadien—, Shatalov, Bashkatov u. a. **R. 171**, 189
- , Polyisocyanat—, s. Polyisocyanat-Kautschuk
- , quantitative cis-trans-Isomerisierung von —, Cunnene, Higgins u. Watson. **R. 171**, 190
- , Quellungsverhalten von gefüllten Vulkanisaten des natürlichen und synthetischen —, Boonstra u. Dannenberg. **R. 171**, 189
- , Röntgenkleinwinkeluntersuchungen an Lösungen von Natur—, Kratky u. Sand. **O. 172**, 18
- , Spannungsrelaxation bei der thermischen Oxydation von, Dunn, Scanlan u. Watson. **R. 171**, 98
- , Temperatureinfluß auf die Kinetik des Weiterreißen bei Vulkanisaten, Gul u. Vilnits. **R. 171**, 189
- , thermodynamisches Verhalten der Lösungen von — in Benzol, Maron u. Nakajima. **R. 171**, 190
- , Verzögerungskatalysatoren für die Vulkanisation von, Sundholm. **R. 173**, 164
- , Vulkanisation mit Tetramethylthiuramdisulfid, Bevilacqua. **R. 171**, 189
- , Wasserstoffausbeute und Verzweigungen bei der Vernetzung von — durch Bestrahlung, Turner. **R. 171**, 191
- Kavitation*, Begriffsbestimmung der — und Beschreibung einiger Erscheinungen, Piltz. **R. 172**, 192
- Keimbildung*, Unterbrechung der Becker-Döringschen Theorie der, Higuchi u. O'Konski. **R. 173**, 81
- Keime von Silber*, Bildung und Wachstum von — an Halogensilber-Mikrokristallen, Klein u. Matejec. **R. 171**, 81
- Keramische Massen*, Apparatur zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von, Sutton. **R. 172**, 90
- Keramische Werkstoffe*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Keratin*, α - β -Übergang in, Gupta. **R. 173**, 157
- aus Federn, molekulare Organisation in, Fraser u. Mac Rae. **R. 173**, 157
- β -Keratoase, Superkontraktion von, Pautard u. Speakman. **R. 173**, 158
- Kernmomente*, Kopfermann. **B. 171**, 74
- Kieselsäure*, Einfluß von — auf kondensierte Phosphate, Du Plessis. **R. 171**, 82
- Kleber*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155

- Kleber*, Gelbildung bei einigen — auf Resorcinbasis, Ghosh. **R. 173**, 95
- Koagulation* von Solen aus kleinen Kugelpartikeln bei Variation der Ionenstärke, Ottewill u. Watanabe. **O. 173**, 7
- Kochsalz*, Exoelektronenemission von, Seidl u. Strélka, **R. 173**, 155
- Kohle* u. Graphit, Gaylord. **R. 171**, 80
- Kohlenwasserstoffe* (aromatische), ASTM-Normen 1959 für, American Society for Testing Materials. **B. 171**, 155
- Kollagen*, Beziehung zwischen Aminosäurezusammensetzung u. Denaturierung von Wirbeltier—, Piez. **R. 172**, 83
- , Eigenschaften von Fasern aus: Isotrope Länge der getrockneten amorphen Fasern als Funktion der Anzahl der intermolekularen Bindungen in orientierten Fasern, Oth. **O. 171**, 1
- , Reaktion von — mit Chrom(III)-Komplexen, Kühn u. Gebhardt. **R. 172**, 81
- , Reaktion von — mit p,p'-Difluor-m,m'-dinitrodiphenylsulfon, Zahn u. Wegerle. **O. 172**, 29
- , Synthese von radioaktivem p,p'-Difluor-m,m'-dinitrodiphenylsulfon und dessen Reaktion mit, Zahn u. Nischwitz. **O. 172**, 116
- Kolloidchemie*, Stauff. **B. 171**, 155
- , Einführung in die, Mysels. **B. 172**, 190
- , Taschenbuch der, Kuhn. **B. 171**, 155
- Kolloide*, Dissymmetrie der Lichtstreuung kugelförmiger — in unpolarisiertem und polarisiertem Licht, Heller u. Nakagaki. **R. 171**, 78
- , Potential von Kugel—, Dougherty u. Krieger. **R. 172**, 76
- Kolloide Metalle*, Hydrierung von aromatischen Nitroverbindungen über —, Yao u. Emmett. **R. 172**, 77
- Kolloide Systeme*, Einfluß der partiellen Koagulation auf die Größenverteilungskurve in heterodispersen, Heller, Rowe u. a. **R. 172**, 77
- , Spinnbarkeit von, Thiele u. Lamp. **O. 173**, 63
- Kolloidelektrolyte*, Konzentrationsgradient u. Diffusionspotential in Lösungen von, Botré, Crescenzi u. a. **R. 172**, 86
- Korngröße*, Problem der Messung der, Rose. **R. 171**, 184
- Krebs*, Heilmittel gegen, Ruyssen. **R. 171**, 169
- Kristallinität*, Terminologie für empirische Bestimmungen der, Segal, Creely u. Conrad. **R. 172**, 191
- Kristallstrukturen*, Index über anorganische Formeln, Mineralnamen und organische Verbindungen, 1960, Wyckoff. **B. 173**, 80
- Kunststoffe*, Seymour. **R. 171**, 98
- , ASTM-Normen 1959 für, American Society for Testing Materials. **B. 171**, 155
- , Aufbau der, Orth. **B. 171**, 155
- , Beständigkeit organischer, Nowak. **R. 171**, 188
- , Chemie der, Hamann. **B. 172**, 67
- , Diffusion von Wasser in, Jouwersma. **R. 171**, 98
- , Einengen und Kaltziehen von, Vincent. **R. 171**, 188
- , Prüftechnik und Prüfung der — für die Hochspannungstechnik, Potthoff. **R. 171**, 188
- , Struktur und Werkstoffeigenschaften bei, Hellwege. **R. 173**, 93
- , Technologie der — für die Hochspannungstechnik, Oburger. **R. 171**, 188
- , Terminologie und Systematik der, Leuchs. **R. 173**, 93
- Kunststoffe* als Repräsentanten des Fortschrittes, Allcott. **B. 172**, 189
- Kupfer*, Gefüge u. Härte von sauerstoff-freiem — während der Rekristallisation, Borchers u. Gumper. **R. 172**, 96
- Laccase* von Pilzen, Elektronenspin-Resonanz-Untersuchung des Zustandes von, Malmström, Mosbach u. Vänngård. **R. 171**, 168
- α -Lactalbumin, Einfluß der Verdampfungstemperatur für gezuckerte Kondensmilch auf darin enthaltenes, Monzini u. Dapelli. **R. 171**, 194
- β -Lactoglobulin, Einfluß der Verdampfungstemperatur für gezuckerte Kondensmilch auf darin enthaltenes, Monzini u. Dapelli. **R. 171**, 194
- , Kristallisation der Mn-, Co- u. Ni-Derivate des, Préaux u. Lontie.
- , Kristallisation der Zn-, Cd-, Cu- u. Pb-Derivate des, Préaux u. Lontie. **R. 172**, 83
- , reversible Konfigurationsänderung von — bei pH 7,5, Tanford, Bunville u. Nozaki. **R. 172**, 85
- , Wasserstoffionen-Titrationskurven von, Nozaki, Bunville u. Tanford. **R. 171**, 177
- Laminarin*, Wechselwirkungen von Kieselsäure mit Oberflächenfilmen von, Holt u. Went. **R. 171**, 88
- Latex*, elektronenmikroskopische Bestimmung des Durchmessers filmbildender — Teilchen, Bradford u. Vanderhoff. **R. 171**, 173
- Leder*, ASTM-Normen 1959 für, American Society for Testing Materials. **B. 171**, 155
- Leuchtphänomen*, blaues, Scheibner. **R. 171**, 167
- Levynit*, interkristalline Kanäle in, Barrer u. Kerr. **R. 171**, 82
- Lichtstreuung*, Anwendung der — zum Studium der hydrolytischen Ionenaggregation, Tobias u. Tyree, jr. **R. 172**, 69
- , Bestimmung des Streulichtes in Prismenspektrophotometern, Fröhlich u. Schmuntzsch. **R. 173**, 85
- , Funktionen für die Winkelabhängigkeit der — von kugelförmigen Teilchen, Pangonis u. Heller. **B. 171**, 155; 172, 190
- , Größenbestimmung kleiner Teilchen durch, Deželić u. Kratochvil. **O. 173**, 38
- , Streuung von polarisiertem Licht durch kolloide Dispersionen aus anisotropen Teilchen, Krishnan u. Sivarajan. **R. 173**, 147
- Lipide*, Biochemie der, Popják. **B. 171**, 155
- Lipoide*, Chemie der, Hanahan. **B. 173**, 77
- Lipoprotein*, elektronenmikroskopische Molekulargewichtsbestimmung von, Hayes, Murchio u. a. **R. 172**, 81
- Lochkarten*, Anwendung von — in Wissenschaft und Technik, Casey, Perry u. a. **B. 172**, 189
- Löslichkeit*, Bestimmung der — mit Hilfe der Toepler-Methoden, Mýl u. Kvapil. **R. 173**, 92
- Lösungen*, Schmelz- und Gefriervorgänge in konzentrierten, Kanig. **O. 173**, 97
- Ludox*, Größenbestimmung kleiner Teilchen durch Lichtstreuung in kolloider Kieselsäure, Deželić u. Kratochvil. **O. 173**, 38
- , s. auch Siliciumdioxid.
- Luft-Analyse*, ASTM-Normen 1959 für, American Society for Testing Materials. **B. 171**, 155
- Lysocym*, Sorption von Wasser und D₂O durch lyophilisiertes, Hnojewýj u. Reyerson. **R. 171**, 179

- Magnetkeramik**, Einfluß der Teilchengröße von Eisenoxid auf die Nickelferritbildung, *Economos u. Clevenger*. **R. 172**, 95
- Makroglobuline**, Untersuchung von normalen und abgebauten — in verdünnter Lösung, *Metain, Kovacs-Jung u. Dawne*. **R. 172**, 82
- Makromolekel**, *Andrade*-Kriechen in Systemen von, *Plazek*. **R. 173**, 88
- , Anisotrope Lichtstreuung bei strömenden, flexiblen, *Nakagaki u. Heller*. **R. 171**, 159
- , Dimensionen langkettiger — mit eingeschränkter innerer Rotation und variablen Werten für Bindungslänge und -winkel, *Taylor*. **R. 171**, 158
- , lokale sterische Hinderungen und Konfigurationen linearer — in Lösung, I. Formulierung, *Nagai*. **R. 171**, 78
- , physikalisch-chemische Messungen an extrem verdünnten Lösungen von, *Claesson*. **R. 173**, 80
- , theoretische Betrachtungen zur Fällfraktionierung von, *Elias*. **R. 173**, 146
- , Zusammenhänge zwischen der Kinetik der Elementarvorgänge und der Konstitution der — bei Radikalpolymerisationen, *Schulz*. **R. 172**, 71
- , Zusammensetzung der Gelphase bei Fäll- und Lösefraktionierung, *Patat u. Träxler*. **R. 173**, 148
- Makromolekulare Verbindungen**, Auf- und Abbaureaktionen anorganischer, *Thilo*. **R. 171**, 82
- , Reinheit u. Reinigung von —, *Tiselius*. **R. 172**, 90
- Meeresalgen**, Internationale Zeitschrift für die Erforschung u. Auswertung von, *Anonym*. **B. 172**, 67
- Membran-Elektroden**, Stromspannungskurven von reversiblen u. irreversiblen Elektrodenprozessen bei voltametrischen, *Bowers u. Wilson*. **R. 172**, 75
- Membranen**, Bildungsweise teildurchlässiger, *Meier u. Scheuermann*. **O. 171**, 122
- , Diffusion von Sr in Ionenaustausch—, *de Lopez-Gonzales u. Jenny*. **R. 171**, 160
- , Einfluß des Lösungsmittelflusses auf die irreversiblen elektro-chemischen Prozesse in, *Kobatake*. **R. 171**, 91
- , Ionenaustausch längs kationischen, *Mackay u. Meares*. **O. 171**, 139
- , Ionentransport durch ionenselektive, *Kressman u. Tye*. **R. 171**, 88
- aus Polyvinylimidazolen und vernetztem Polyvinylimidazolium-Dynel, *Teyssié u. Gregor*. **R. 173**, 94
- für osmotische Messungen, *Patat*. **R. 171**, 184
- Membranpotentiale**, polyionische, *Chaussidon*. **R. 173**, 87
- Metalle**, Apparatur zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von, *Sutton*. **R. 172**, 90
- , diskontinuierliche Ausscheidung von, *Böhm*. **R. 172**, 96
- , Festigkeits- und Formänderungseigenschaften der — bei tiefen Temperaturen, *Kochendörfer*. **R. 171**, 195
- , Flammstutzen von, *Reininger*. **R. 171**, 195
- , Fließ- und Formfüllungsvermögen von, *Patterson u. Kümmerle*. **R. 171**, 195
- , Struktur und Werkstoffeigenschaften bei, *Hellwege*. **R. 173**, 93
- Metallkunde** bei tiefen Temperaturen, *Haasen*. **R. 171**, 195
- Methämoglobincyanat**, Dissoziationsgleichgewicht des, *Havemann, Schiller u. Ackermann*. **R. 172**, 81
- Methionin**, Einfluß einer Verabreichung von — nach Strahleneinwirkung auf die Ausscheidung von Harnstoff, Harnsäure und Kreatinin, *Nerurkar, Baxi u. Sahasrabudhe*. **R. 173**, 86
- Methylrot**, Vitalfärbestudien mit, *Zöttl*. **R. 171**, 185
- Methylwasserstoffpolysiloxan**, Umsetzungen mit, *Nitzsche*. **R. 171**, 162
- Micellen**, Zunahme der — in Lösungen grenzflächenaktiver Substanzen, *Biswas u. Mukherji*. **R. 172**, 78
- Mikroskopie**, Bestimmung anorganischer Substanzen mit dem Polarisationsmikroskop, *Kordes*. **B. 171**, 74
- , Einfluß der Brechung auf den Polarisationszustand des Lichtes, *Kornder*. **R. 173**, 163
- , Polarisations-Erhitzungs-Mikroskop bei der Untersuchung von Glas/Metall-Verbindungen, *Engel*. **R. 173**, 162
- , Vital— und terminale Strombahn, *Tischendorf*. **R. 171**, 185
- Milch**, Einfluß der Verdampfungstemperatur für gezuckerte Kondens— und Einfluß auf die darin enthaltenen Proteine, *Monzini u. Dapelli*. **R. 171**, 194
- , radioaktive Verseuchung von — durch ^{131}J plus ^{137}Cs , *Burch*. **R. 171**, 167
- Mineralböden**, Dynamik der mitteleuropäischen, *Laatsch*. **B. 171**, 154
- Minerale**, Unterscheidung zwischen H_2O -Molekeln und OH-Gruppen in, *Scholze*. **R. 173**, 164
- Mitochondrien**, osmotische Eigenschaften der aus *Acanthamoeba* sp. isolierten, *Klein u. Neff*. **R. 171**, 166
- Molekulardestillation**, Physik und Chemie der Stoffe, *Burrows*. **B. 173**, 79
- Monomolekulare Schichten**, Einfluß der Ionisierung auf das Verhalten von, *Ikeda u. Isemura*. **R. 173**, 86
- , Kräuseleffekt auf — von Hochpolymeren, *Tachibana u. Okuda*. **O. 171**, 15
- Montmorillonit**, Interpretation für elektrochemische Messungen an — Ton, *Deshpande u. Marshall*. **R. 171**, 82
- Mörtel**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Mullit**, Elementarzellengröße, feste Lösung, Polymorphismus u. Identifikation von, *Agrell u. Smith*. **R. 172**, 68
- Mycobacillin**, Molekulargewicht des — mittels Diffusionsverfahren, *Majumdar*. **R. 171**, 166
- Myosin** vom Kabeljau, Aggregation von — während der Aufbewahrung im gefrorenen Zustande, *Connell*. **R. 171**, 178
- Nahrungsmittel**, Redoxpotentialmessungen in bestrahlten, *Schmidt-Lorenz*. **R. 173**, 164
- Natriumdodecylsulfat**, Emulgierung von Isooctan durch Komplexe aus Serumalbumin und, *Breuer u. Strauss*. **R. 173**, 150
- Nerven**, Feinstruktur der — in der Epidermis sich regenerierender Salamanderbeine, *Hay*. **R. 173**, 153
- Nicht-Newtonsche Flüssigkeiten**, Theorie des Wärmeüberganges in — bei laminarer Rohrströmung, *Bird*. **R. 171**, 79
- Nickel**, Beeinflussung der Härte von galvanisch abgeschiedenen Schichten von — durch Netzmittel, *Spahn*. **R. 171**, 196
- , Struktur der in — bei elektrolytischer Beladung entstehenden Phase, *Janko*. **R. 173**, 164

- Nomenklatur*, Richtsätze für die — der anorganischen Chemie, *Anonym*. **B. 172**, 189
- Normen*, ASTM-Standards 1959, Supplement-Parts 5—10, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Normung*, Symposium über visuelle Hilfsmittel für — und Beschreibung des Aussehens von Produkten, *American Society for Testing Materials*. **B. 173**, 79
- Nucleinsäuren*, Analyse der infektiösen Nucleinsäure des Tabakmosaikvirus in der Ultrazentrifuge, *Friesen* u. *Sinsheimer*. **R. 173**, 157
- , Anwendung der UV-Direktphotometrie auf die Elektrophorese von, *Ressler*. **R. 173**, 159
- , Zwei-Symbol-Code der — Information, *Sinsheimer*. **R. 171**, 170
- Nucleotide*, Trennung und Nachweis cyclischer — durch Papierchromatographie, *Stockx* u. *van Rarijs*. **R. 171**, 187
- Nylon*, Identifizierung von — u. verwandten Polymeren durch Papierchromatographie, *Clasper*, *Haslam* u. *Mooney*. **R. 172**, 91
- Nylon 66*, Elastizitätsmodul der Kristalle von, *Treloar*. **R. 172**, 89
- Nylon 77*, Polyheptamethylenpimelamid, *Kinoshita*. **R. 171**, 94
- Oberflächen*, Bestimmung der Größe von — aus Krypton-Adsorptionsisothermen, *Malden* u. *Marsh*. **R. 171**, 90; s. auch *Oberflächenbestimmung*
- , elektrochemische Potentiale und — Gleichgewichte, *de Witte*. **O. 171**, 135
- , Molekelorientierung an elektrisch geladenen, *László*. **O. 172**, 63
- , Molekelquerschnitte zur Bestimmung der spezifischen — von Titan- und Siliciumdioxid, *Kodera* u. *Onishi*. **R. 173**, 87
- , physikalische Chemie von, *Adamson*. **B. 173**, 79
- Oberflächenbestimmung*, neue Methode zur, *Freeman*. **R. 172**, 73; s. auch *Oberflächen*
- Oberflächenchemie* der Metalle und Halbleiter, *Gatos*. **B. 173**, 79
- Oberflächenphänomene* an Festkörpern (Literaturübersicht), *White* u. *Helf*. **R. 172**, 75
- Oberflächenspannung*, Abhängigkeit der — von Bildungs- und Alterungsgeschwindigkeit der Oberfläche, *Görring*. **R. 171**, 156
- , Anwendung des Quasi-Kristall-Modells auf die, *Chaudhri*, *Katti* u. *Baliga*. **R. 173**, 146
- , Berechnung der — von Flüssigkeiten aus Dichte und Dampfdruck, *Reich*. **R. 171**, 171
- , Deutung der Relaxation der, *Görring*. **R. 171**, 157
- , Jones-Ray-Effekt und — verdünnter Elektrolytlösungen, *Passoth*. **R. 171**, 158
- , statistische Theorie der — binärer Mischungen, *Englert-Chuoles* u. *Prigogine*. **R. 173**, 146
- , von partiell fluorierten Carboxylestern, *Jarvis* u. *Zisman*. **R. 172**, 74
- Oberflächenuntersuchungen*, Abklatschtechnik für, *Berry*. **R. 171**, 186
- Öle*, cytologische Aktivität der aus dem Samen von *N. Tabacum* u. *N. rustica* extrahierten, *Wittmer*. **R. 171**, 171
- , Methode zur Durchführung des cytologischen Testes in Emulsionen, *Giovanazzi* u. *Wittmer*. **R. 171**, 186
- Oligomere*, lineare und cyclische, *Rothe*. **R. 173**, 151
- Oligomerisation* von 1,3-Diolefinen, mit Ziegler-Katalysatoren, *Wilke*. **R. 171**, 165
- Organische Substanzen*, analytische Trennung und Identifizierung von, *Neunhoeffer*. **B. 171**, 155
- Organismus*, Reaktion des — gegenüber Röntgenbestrahlung, *Maurer*. **R. 171**, 169
- Osmiumtetroxid*, Sedimentationsgeschwindigkeit in wäßrigen Lösungen, *van Holde*. **R. 171**, 84
- Osmometer*, Konzentrations—, *Alexandrowicz*. **R. 171**, 184
- Osmometrie*, Membranen für die, *Patat*. **R. 171**, 184
- Oszillographen-Meßtechnik*, *Czech*. **B. 171**, 75
- Ovalbumin*, Denaturierung von — unter hohem Druck, *Suzuki*. **R. 172**, 85
- , Einfluß von pH-Wert und chemischer Modifizierung auf das elektrophoretische Verhalten von — in sauren Medien, *Cann* u. *Phelps*. **R. 172**, 79
- , elektrophoretische Fraktionierung von — und Charakterisierung durch Diffusion, *Creeth*, *Nichol* u. *Winzor*. **R. 171**, 178
- Ovarialei*, Feinstruktur des — von Amphibien, *Wartenberg* u. *Gusek*. **R. 173**, 154
- Papier*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- , Diffusion von Flüssigkeiten in ungesättigtem, *Ruoff*, *Stewart* u. a. **O. 173**, 14
- , kunststoffbeschichtetes Verpackungs—, *Berger*. **R. 171**, 97
- Papierchromatographie*, Apparatur für Zentrifugalbeschleunigung der, *Tata* u. *Hemmings*. **R. 173**, 92
- , Auswertung durch Reflexionsmessungen, *Kortüm* u. *Vogel*. **R. 171**, 95
- , Fortschritte der, *Radmacher*. **B. 172**, 66
- , quantitative Auswertung von Diagrammen, *Neurath* u. *Fric*. **R. 171**, 96
- , spektralphotometrische Auswertung, *Heber*. **R. 173**, 163
- Papierelektrophorese*, Anwendung der zweidimensionalen Methode auf die „Überkreuzungs“ — bei immunologischen Reaktionen, *Nakamura*, *Takeo* u. a. **R. 171**, 96
- Paraffine*, Viskosität der normalen. *Varshni* u. *Srivastava*. **R. 173**, 82
- Paraproteine*, Streulichtmessungen an, *Meyer-Arendt* u. *Baba*. **R. 171**, 178
- Pepsin*, Temperatureinfluß bei der Denaturierung von, *Edelhoc*. **R. 172**, 80
- , Wechselwirkungen von Kieselsäure mit Oberflächenfilmen von, *Holt* u. *Went*. **R. 171**, 88
- Peptide*, Wirkung wasserfreier Ameisensäure auf, *Kienhuis*, *Blasse* u. *Matze*. **R. 173**, 83
- Peroxydase*, durch — katalysierte Oxydation in nahezu wasserfreien Medien, *Cavanaugh*. **R. 171**, 86
- Petrographie*, technische — von Erzeugnissen der Feuerfest-Feinkeramik- und Bindemittelindustrie, *Beljankin*, *Lapin* u. *Iwanow*. **B. 173**, 79
- Pflanzengewebe*, Theorie des physikalischen Redoxpotentials der, *Rummeni*. **R. 173**, 153
- Pharmazeutische Zubereitungen*, dielektrische Messungen an, *Lüdde*. **W. K. 171**, 150
- Phenylsulfonsäureharze*, elektrische Leitfähigkeit von, *Jakubovic*, *Hills* u. *Kitchener*. **R. 171**, 97

- Phosphorwolframsäuren*, Einfluß von Elektrolytzusatz auf die Lichtstreuung von, *Matijević u. Kerker*. **R. 172**, 69
- Photochemie*, s. Chemie
- Photographische Schichten*, Diffusionslichthof in, *Haase u. Müller*. **R. 171**, 156
- Photosynthese*, Umwandlung von Licht in chemische Energie bei der, *Arnon*. **R. 172**, 72
- Physik, Plasma*—, *Linhardt*. **B. 173**, 78
- Pigmente*, Lichtstreuung durch organische — in vivo, *Latimer u. Rabinowitch*. **R. 171**, 87
- für Rostschutzanstrichmittel, *van Oeteren*. **R. 171**, 196
- Plasmalemma*, Aluminiumsalzwirkung und, *Böhm-Tüchty*. **R. 173**, 152
- Plasmolyse*, Untersuchung der — an den Hyphen von *Polysticta versicolor* L. und einigen anderen Basidiomyceten, *Drawert u. Schlafke*. **R. 171**, 165
- , Vorraum der, *Wartenberg*. **R. 171**, 167
- Polarographie*, Arbeitsmethoden der, *v. Stackelberg*, **B. 172**, 187
- , neue Wege der, *v. Stackelberg u. Schmidt*. **R. 171**, 96
- , Praktikum der, *Hejrovsky*. **B. 171**, 155
- Polarographische Ströme*, Theorie der durch die Adsorption des elektroinaktiven Stoffes bei einer reversiblen Elektrodenreaktion beeinflussten, *Koutecký u. Weber*. **R. 173**, 87
- Polio-Virus*, Aminosäurenquelle und Zeitverlauf der Synthese des Proteins von, *Darnell u. Levingtow*. **R. 171**, 168
- , Charakterisierung und Aminosäurenanalyse des Typus I von, *Levingtow u. Darnell*. **R. 171**, 168
- , Entwicklung und Struktur des, *Horne*. **R. 173**, 85
- Polyacrylamide*, Tracer-Untersuchung über die Verzweigungsbildung in, *Gleason, Miller u. Sheats*. **R. 171**, 181
- Polyacrylmethacrylate*, γ -Bestrahlung von, *Graham*. **R. 171**, 182
- Polyacrylnitril*, dielektrische Eigenschaften von, *Ishida, Amano u. Takayanagi*. **O. 172**, 129
- , thermischer Abbau von, *Straus u. Madorsky*. **R. 171**, 190
- Polyacrylsäure*, kristalline, *Miller, Botty u. Rauhut*. **R. 173**, 90
- , osmotischer Druck in Lösungen von, *Orofino*. **R. 171**, 95
- Polyalkylacrylate*, kristallisierte, *Garret, Goode u. a.* **R. 172**, 80
- Polyalkylenoxyde*, Assoziationsreaktionen bei, *Smith, Winslow u. Petersen*. **R. 171**, 163
- Polyamide*, dielektrische Eigenschaften linearer, *McCall u. Anderson*. **R. 172**, 89
- , Untersuchungen über die Struktur einer Reihe von, *Kinoshita*. **R. 171**, 94
- Polyäthylen*, Abmessungsänderungen in, *Mandelkern, Roberts u. a.* **R. 172**, 88
- , Adsorption von organischen Dämpfen an —, *Rogers, Stannett u. Swarc*. **R. 172**, 75
- , Beziehung zwischen Kettenfaltung und Kettenlänge in, *Keller u. O'Connor*. **R. 173**, 161
- , Einfluß von Temperatur und Phase auf die Bestrahlung von, *Williams u. Dole*. **R. 171**, 95
- , Elastizitätsmoduln der Kristalle von, *Treloar*. **R. 172**, 89
- Polyäthylen*, Katalysatoren für Niederdruck, *Roha, Kreider u. a.* **R. 171**, 164
- , metall-katalysierte Oxydation von, *Alter*. **R. 173**, 160
- , optische Untersuchungen über regellos vernetzte Aggregate von, *Bryant, Billmeyer u. a.* **R. 171**, 94
- , Schmelzen von Netzstrukturen aus linearem, *Mandelkern, Roberts u. a.* **R. 172**, 88
- , Spannungsrissbildung bei, *Hopkins*. **R. 173**, 93
- , Verarbeitung und Anwendung von — Halbzeug in der Technik, *Haim*. **B. 172**, 190
- , Vernetzung von — mit UV-Licht, *Wilski*. **R. 172**, 90
- , viskosimetrische Molekulargewichtsbestimmung von, *Wisseroth*. **R. 173**, 91
- , Wachstum und Struktur von Sphärolithen in, *Reding u. Walter*. **R. 171**, 183
- Polyäthylenglykol*, Bestimmung des osmotischen Koeffizienten einer Lösung von — mit Hilfe der Lichtstreuung, *Alexandrowicz*. **R. 171**, 181
- Polyäthylenterephthalat*, Molekelbewegung in, *Bateman, Richards u. a.* **R. 172**, 86
- , Veränderung der dielektrischen Daten beim thermischen Abbau und während der Kristallisation von, *Helwege u. Langbein*. **O. 172**, 44
- Polybutadien*, quantitative cis-trans-Isomerisierung von, *Cunneen, Higgins u. Watson*. **R. 171**, 190
- , thermischer Abbau von, *Straus u. Madorsky*. **R. 171**, 190
- cis-Polybutadien*, Mischvulkanisate aus, *Railsback, Cooper u. Stumpe*. **R. 172**, 92
- Poly-tert.-Butylacrylat*, *Miller u. Rauhut*. **R. 171**, 183
- Poly-6-Caprolactam*, Kristallisation von, *Čejelín, Chmelíř u. Wichterle*. **R. 173**, 160
- Poly-ε-capronamid*, Oberflächenspannung und Spinnfähigkeit von geschmolzenem, *Ogata*. **R. 173**, 90
- Polycarbonsäuren*, Assoziationsreaktionen bei, *Smith, Winslow u. Petersen*. **R. 171**, 163
- Polyelektrolyte*, Beziehung zwischen den durch Lichtstreuung und den durch Osmose bestimmten Aktivitäten von, *Alexandrowicz*. **R. 171**, 181
- , Einfluß von Ladungsschwankungen auf Überführungszahl und elektrisches Leitvermögen von, *van Os u. Möller*. **R. 173**, 155
- , elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Gegenionen und Makroionen in Lösungen von, *Liquori, Ascoli u. a.* **R. 171**, 182
- , unterschiedliches Verhalten von — mit seifenähnlichen Strukturelementen gegenüber Chlorid- und Bromidionen, *Woermann*. **R. 171**, 92
- Polyesterfasern*, Färben mit Dispersionsfarbstoffen, *Patterson u. Sheldon*. **R. 171**, 100
- Polyesterharze*, Abbauprodukte gehärteter, *Gilch, Funke u. Hamann*. **R. 173**, 93
- , Beziehung zwischen den durch Lichtstreuung und den durch Osmose bestimmten Aktivitäten von, *Alexandrowicz*. **R. 171**, 181
- , elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Gegenionen und Makroionen in Lösungen von, *Liquori, Ascoli u. a.* **R. 171**, 182
- , Strukturuntersuchung an gehärteten — durch Abbaureaktionen, *Hamann, Funke u. Gilch*. **R. 172**, 70
- Polyglucose*, Darstellung der Carboxylderivate, *Mora, Merler u. Maury*. **R. 171**, 161

- Poly-L-Glutaminsäure*, UV-Absorptionsspektren von, *Imahori*. **R. 173**, 161
- Polyheptamethylenpimelamid*, Kristallstruktur von, *Kinoshita*. **R. 171**, 94
- Polyisocyanat-Kautschuk*, spezifische Wärme von, *Müller u. Martin*. **O. 171**, 119
- Polykohlsäureester* des 4,4'-Dioxydiphenyl-2,2-propans, Ausbildung morphologischer Strukturen am, *Kämpf*. **O. 172**, 50
- Polymere*, Abbau von Hoch— in Lösung durch Schalleinwirkung, *Thomas*. **R. 173**, 162
- , Adsorption von langkettigen — an Ruß, *Binford, jr. u. Gessler*. **R. 172**, 73
- , Bestimmung des 2. Virialkoeffizienten in Lösungen von, *Fujita*. **R. 172**, 190
- , Beugung von Röntgenstrahlen durch Ansammlungen von Linearstreuern unter Anwendung auf lineare, *Alexander u. Michalik*. **R. 171**, 165
- , Beweglichkeit und Konfiguration von Ketten von — in Lösung, *Bovey, Tiers u. Filipovich*. **R. 171**, 181
- , Beziehungen zwischen chemischer Struktur und Beständigkeit von, *Achhammer, Tryon u. Kline*. **R. 173**, 89
- , Bildung von kristallinen — mit gefalteten Ketten aus verdünnter Lösung, *Lauritzen, jr. u. Hoffman*. **R. 173**, 81
- , Diffusion von Verunreinigungen in amorphen, *Lawson*. **R. 171**, 158
- , dynamisch-chemische und dielektrische Untersuchung der Cyclohexyl-Gruppe in glasartigen, *Heijboer*. **O. 171**, 7
- , Eigenschaften und Struktur von, *Tobolsky*. **B. 172**, 190
- , Einblicke in den Ablauf der Kristallisation von. Spezifische Wärme von Polyisocyanat-Kautschuk, *Müller u. Martin*. **O. 171**, 119
- , Einfluß von chemischer Zusammensetzung des Glases auf die Adhäsion von, *Aslanowa*. **R. 173**, 94
- , Einfluß von Molekelabbau u. Vernetzung auf die Viskositätszahl, *Kilb*. **R. 172**, 87
- , Einführung in die organische Chemie der Hoch—, *Marvel*. **B. 171**, 72
- , elektrische und optische Parameter aus dem Sättigungswert der elektrischen Doppelbrechung in Lösungen von, *O'Konski, Yoshioka u. Orttung*. **R. 173**, 148
- , Elektronenspinresonanz-Spektren von bei 77° K bestrahlten, *Libby, Ormerod u. Charlesby*. **R. 173**, 90
- , Endgruppen in Molekeln von, *Bevington*. **R. 171**, 161
- , Energiebedarf beim mechanischen Scherkraftabbau in konzentrierten Lösungen von, *Bestul*. **R. 173**, 146
- , Extraktion anorganischer Salze aus organischen Lösungsmitteln durch phosphorylierte, *Kennedy*. **R. 171**, 187
- , Form der dielektrischen Absorption in Hoch—, *Ishida, Amano u. Takayanagi*. **O. 172**, 126
- , Harze und, *Golding*. **B. 172**, 190
- , Konzentrationsgefälle der Diffusion von Dämpfen in glasigen — u. ihre Beziehung zu zeitabhängigen Diffusionsphänomenen, *Long u. Richman*. **R. 172**, 88
- , Kräuseffekt in monomolekularen Schichten von, *Tachibana u. Okuda*. **O. 171**, 15
- , Lösungsmiteleinfluß auf die Viskositätszahl von, *Ishikawa*. **R. 173**, 147
- Polymere*, mechanisch-chemische Modifizierung von Hoch—, *Ceresa*. **R. 171**, 86
- , mechanisch-chemische Reaktionen von, *Watson*. **R. 171**, 162
- , Messung des Konzentrationsgefälles bei der Diffusion von Dämpfen in, *Richman u. Long*. **R. 172**, 68
- , Momentanzustand der Verteilung der Diffusionskoeffizienten in, *Moacanin, Felicetta u. McCarthy*. **R. 172**, 82
- , organische Reaktionen an Hoch—, *Smets*. **R. 171**, 162
- , Phasengleichgewichte in Systemen aus 2 — u. einem gemeinsamen Lösungsmittel, *Allen, Gee u. Nicholson*. **R. 172**, 86
- , Schmelzpunkte und Schmelzwärmen von, *Dole u. Wunderlich*. **R. 171**, 180
- , statistische Thermodynamik der verdünnten Lösungen von, *Stockmayer*. **R. 173**, 149
- , Stromdurchmesser und Geschwindigkeitsverteilung längs des Spinnweges beim Spinnprozeß von geschmolzenen, *Ziabicki u. Kedzierska*. **O. 171**, 51, 111
- , thermodynamische Wechselwirkungen in Lösungen von Gemischen aus zwei Fraktionen von, *Casassa*. **R. 173**, 80
- , Untersuchung von — mittels der magnetischen Kernresonanz, *Powles*. **R. 173**, 90
- , vergleichende Fraktionierung von Hoch— nach dem Löse- und Fällverfahren, *Patat u. Damaschke*. **R. 173**, 148
- , Vernetzung von — in Lösung durch γ -Strahlen, *Henglein*. **R. 172**, 87
- , viskoelastische Eigenschaften kristalliner Hoch—, *Nagamatsu*. **O. 172**, 141
- mit Gehalt an cheliertem Aluminium, *Patterson, Pavlik u. a.* **R. 172**, 89
- von Acetaldehyd, Herstellung von Hoch—, *Furukawa, Saegusa u. a.* **R. 171**, 85
- von Ligninsulfonat, Molekulargewichtsverteilung in, *Moacanin, Nelson u. a.* **R. 172**, 82
- Polymere Acroleine*, *Henglein, Schnabel u. Schulz*. **R. 173**, 83
- , Bildung durch Emulsionspolymerisation, *Cherdron, Schulz u. Kern*. **R. 171**, 85
- Polymere Glykolteterephthalate*, Molekelbewegung in, *Bateman, Richards u. a.* **R. 172**, 86
- Polymere Lösungen*, Einfluß der Kapillarenform auf Fließverhalten und Abbau der, *White u. Belcher*. **R. 171**, 158
- , kritische Punkte in, *Freeman u. Rowlinson*. **R. 171**, 157
- , statistische Thermodynamik von. Effekt des „ausgeschlossenen“ Volumens und 2. Virial-Koeffizient, *Casassa*. **R. 171**, 77
- Polymerisate*, Darstellung und Eigenschaften von Propf—, *Magat*. **R. 173**, 93
- von Vinylverbindungen, Bildung von — auf Wollfasern, *Prati*. **R. 171**, 191
- Polymerisation*, *Bolton*. **R. 171**, 100
- , allgemeine Behandlung des — Gleichgewichts, *Tobolsky u. Eisenberg*. **R. 172**, 71
- , Aspekte der anionischen, *Szwarc*. **R. 173**, 152
- , chelatbildende Stoffe in der Sulfoxylat— bei Herstellung von synthetischem Kautschuk, *Prince u. Spitz*. **R. 173**, 164
- , Elektronenspin-Resonanz-Untersuchungen der anionischen, *Levy u. Szwarc*. **R. 172**, 71

- Polymerisation**, Ermittlung der mittleren Radikalkonzentration je Latexteilchen bei der Emulsions—, *Gerrens*. **R. 172**, 70
- , Fließmethode zur Verfolgung heterogener, *Gordon, Hope u. Loan*. **R. 172**, 90
- , Fortschritte in der stereospezifischen, *Natta*. **R. 173**, 151
- , ionische — durch ionisierende Strahlen, *Magat*. **R. 173**, 151
- , metallorganische Titanverbindungen als —katalysatoren, *Beermann u. Bastian*. **R. 172**, 69
- , Untersuchung von Initiatoren, die gegenüber induzierter Zersetzung empfindlich sind, *Bevington u. Lewis*. **R. 171**, 86
- , Viskositätseinfluß auf die Geschwindigkeitskonstante von —reaktionen, *Benson u. North*. **R. 172**, 70
- , Zusammenhänge zwischen der Kinetik der Elementarvorgänge und der Konstitution der Makromolekel bei der Radikal—, *Schulz*. **R. 172**, 71
- , von Acrylamid, Kinetik und Mechanismus der, *Morawetz u. Fadner*. **R. 171**, 161
- , von Acrylmethacrylaten, Darstellung u. Polymerisation einiger neuer, *Sumrell, Campbell u. a.* **R. 172**, 71
- , von Acrylnitril, Initiierungsreaktion bei der, *Bevington u. Eaves*. **R. 173**, 150
- , von Acrylnitril, kinetische Gesichtspunkte bei der durch Röntgenstrahlen ausgelösten Propf.— an Polydimethylsiloxanen, *Dalton u. Roberts*. **R. 171**, 86
- , von Acrylnitril, strahlungsinduzierte, *Arthur, jr., Demint u. Pittman*. **R. 171**, 161
- , von Äthylen, allgemeine Kinetik der Radikal—, *Laita*. **R. 171**, 164
- , von Äthylen, Kinetik der — bei Verwendung angeregter Molybdänoxid-Aluminiumoxid-Katalysatoren, *Friedlaender*. **R. 171**, 163
- , von Äthylen mit Metallalkylen der 1. bis 3. Gruppe, *Ziegler*. **R. 172**, 72
- , von Äthylenoxyd, Depolymerisation von Polyglykolen durch Oxoniumfluorborate, *Latremouille, Merrell u. Eastham*. **R. 172**, 70
- , von Butadien, Einfluß der Zusammensetzung des Katalysators auf die, *Morton u. Taylor*. **R. 171**, 164
- , von Caprolactam, *Wichterle*. **R. 173**, 152
- , von γ -Caprolactam, Viskositätsstabilisierung der anionischen, *Griehl u. Schaaf*. **R. 171**, 85
- , von Isopren durch metallorganische Verbindungen, *Tobolsky u. Rogers*. **R. 171**, 164
- , von Methylmethacrylat, durch Sulfinsäure gestartete, *Overberger u. Godfrey*. **R. 171**, 164
- , von α -Methylstyrol, Molekulargewichtsbestimmung von Polymeren mit enger Molekulargewichtsverteilung bei der, *Sirianni, Worsfold u. Bywater*. **R. 173**, 149
- , von α -Olefinen, dilatometrische Methode zur Untersuchung der heterogenen, *Ambroz*. **R. 171**, 85
- , von α -Olefinen, Reaktionsmechanismus der Kationen— durch intermediäre Carboniumionkomplexe, *Olah, Quinn u. Kuhn*. **R. 172**, 71
- , von Organosiloxanen, unbeständige Katalysatoren für die, *Gilbert u. Kantor*. **R. 171**, 163
- , von Propylen, Katalyse der, *Gillespie u. Fordham*. **R. 171**, 162
- , von Propylen, Niederdruck— bei Gegenwart von alkalihaltigen Katalysatoren, *Zilkha, Calderon u. a.* **R. 171**, 165
- Polymerisation** von Styrol, Auslösung der, *Graham, Dunkelberger u. Goode*. **R. 172**, 70
- , von Styrol, Einfluß der Zusammensetzung des Katalysators auf die, *Morton u. Taylor*. **R. 171**, 164
- , von Styrol, stereospezifische, *Burnett u. Tait*. **R. 173**, 82
- , von Styrol, thermische, *Patat u. Kirchner*. **R. 171**, 160
- , von Styrol mit n-Butyllithium, *Welch*. **R. 172**, 71
- , von Thiomethacrylsäureestern, *Sumrell, Briskin u. a.* **R. 172**, 71
- , von Vinyl-2-äthyl-hexoat— mit γ -Strahlen, *Guthrie u. Black*. **R. 173**, 151
- , von Vinylbromid in Lösung, *Blauer, Shenblat u. Katchalsky*. **R. 171**, 163
- , von Vinylverbindungen, Methode der Fließfähigkeit in Anwendung auf die, *Jenkins*. **R. 171**, 160
- , von Vinylverbindungen, Struktur und Reaktivität der aromatischen Vinylmonomeren bei der stereospezifischen anionischen, *Natta, Danusso u. Sianesi*. **R. 171**, 85
- , von Vinylverbindungen durch organische Borverbindungen, *Furukawa, Tsuruta u. a.* **R. 173**, 83
- Polymethylmethacrylat**, Kinetik des Oberflächenabbaues von, *Chaiken, Andersen u. a.* **R. 172**, 86
- Polymethacrylsäure**, thermische Zersetzung von, *Grant u. Grassie*. **R. 173**, 160
- Polymethacrylsäureester**, Druckabhängigkeit der elastischen Moduln von — bei Raumtemperatur, *Gieleßen u. Koppelman*. **O. 172**, 162
- Poly-4-methylpenten-1**, Kristallisation von — aus der Schmelze, *Leugering*. **W. K. 172**, 184
- Polynucleotide**, Titrationskurve von zur Durchführung eines Helix-Knäuel-Übergangs befähigten, *Steiner*. **R. 172**, 89
- Polyoxymethylen**, dielektrische Eigenschaften von, *Ishida*. **W. K. 171**, 149
- Polypeptide**, dielektrische Eigenschaften in Lösungen von, *Wada*. **R. 171**, 78
- , elektrisches Dipolmoment der α -Helix in Dioxanlösungen von, *Wada*. **R. 172**, 89
- , Fraktionierung von — an Dextrangelen, *Porath*. **R. 171**, 93
- , strukturelle Übergänge bei, *Goodman u. Schmitt*. **R. 173**, 160
- , synthetische, *Ballard, Bamford u. Elliott*. **R. 173**, 89
- Polyphosphate**, Ermittlung der Bindung einwertiger Kationen durch langkettige — aus Leitfähigkeitsdaten, *Strauss u. Bluestone*. **R. 171**, 83
- , Membrangleichgewichte der Bindung einwertiger Ionen durch langkettige, *Strauss u. Ross*. **R. 171**, 82
- , Stabilitätskonstanten für die Bindung einwertiger Kationen an PO_3 -Gruppen von, *Strauss u. Ross*. **R. 171**, 82
- Polypropylen**, Beziehung zwischen Viskositätszahl u. Molekulargewicht bei isotaktischem u. ataktischem, *Kinsinger u. Hughes*. **R. 172**, 87
- , Fraktionierung von, *Wijga, van Schooten u. Boerma*. **R. 173**, 162
- , Kinetik der Kristallisation von isotaktischem, *Marker, Hay u. a.* **R. 171**, 182
- , Kristallisationskinetik von isotaktischem, *Griffith u. Rånby*. **R. 171**, 181
- , Nahordnung in isotaktischem, *Miller*. **R. 173**, 90
- , Protonenübertragung u. Molekulargewichtsverteilung bei, *Fontana*. **R. 171**, 94

- Polyseifen*, Herstellung von — durch chemische Modifizierung von Polystyrol, *Medalta, Freedman u. Sinha. R. 171, 182*
- Polystyrol*, Änderungen der idealen thermodynamischen Temperatur im System —/Cyclohexan, *McIntyre, O'Mara u. Konouck. R. 171, 95*
- , Beweglichkeit der Phenylkerne im amorphen, *Kosfeld. O. 172, 182*
- , Herstellung von Polyseifen durch chemische Modifizierung des, *Medalta, Freedman u. Sinha. R. 171, 182*
- , Kinetik des Sphärolith- und Kristallwachstums in isotaktischem, *Kenyan, Gross u. Wurstner. R. 171, 182*
- , mechanische Eigenschaften von — und ihre molekular-physikalische Deutung, *Adam. O. 172, 132*
- , Sedimentationsgleichgewicht u. Viskosität des Systems aus — und Cyclohexan nahe der Flory-Temperatur, *Fujita, Linklater u. Williams. R. 172, 86*
- , Strömungsdoppelbrechung des, *Janeschitz-Kriegl. R. 171, 94*
- , System —/Cyclohexan in der Nähe der Floryschen Θ -Temperatur, *Krigbaum u. Geymer. R. 172, 190*
- , Temperaturabhängigkeit des Brechungsindexinkrements in Lösungen von, *O'Mara u. McIntyre. R. 172, 89*
- Polystyrolperoxyd*, Lösungsmittleinfluß bei der Bildung von, *Kerber. R. 172, 87*
- Polystyrolsulfat*, Flockungswirkung von — gegenüber Eisenhydroxidsolen, *Gärtner u. Efer. R. 173, 155*
- Polyterephthalsäureglykolester*, Schmelz- und Kristallisationsverhalten von, *Kilian, Halboth u. Jenckel. O. 172, 166*
- Polytetrafluoräthylen*, Dispersion der mechanischen Resonanz in Stäbchen von — bei transversaler Schwingung, *Fitzgerald u. Woodward. O. 172, 177*
- , Fortschritte in der Verarbeitung von, *Merkel. R. 171, 98*
- Polyvinylacetat*, Diffusion von Allylchlorid in, *Kishimoto u. Matsumoto. R. 172, 74*
- Polyvinylalkohol*, Dichte verdünnter wäßriger Lösungen von, *Nakanishi u. Kurata. R. 173, 90*
- , Kinetik der Acetalisierung von — und Hydrolyse des acetalisierten, *Smets u. Petit. R. 171, 95*
- Polyvinylchlorid*, Darstellungsmethode für kristallines, *Burleigh. R. 172, 70*
- , Einfluß von Füllstoffen auf Struktur und elektrische Eigenschaften von Weich—Mischungen, *Kreiss. R. 173, 93*
- , Einfluß von Gasen auf bestrahltes, *Kuri, Ueda u. Shida. R. 172, 88*
- , Einfluß von Lagerung auf die Innere Energie von kaltverstrecktem, *Müller u. Engelter. W. K. 171, 152*
- , Halbmikro-Bestimmung von Chlor und verwandten Polymeren in, *Haslam u. Hall. R. 171, 186*
- , Mechanismus der dielektrischen Absorption von, *Ishida. W. K. 171, 71*
- , Strahlenchemie des, *Miller. R. 173, 161*
- Polyvinylcyclohexan*, Kettenstruktur von isotaktischem, *Natta, Corradini u. Bassi. R. 173, 161*
- Polyvinylmethane*, Bildung von Derivaten der — über Poly-p-lithiumstyrol, *Braun. R. 171, 161*
- Poly-4-vinylpyridiniumchlorid*, Viskosität und Strömungsdoppelbrechung von verdünnten Lösungen von, *Jordan u. Kurucsev. R. 173, 90*
- , Viskosität verdünnter Lösungen von, *Jordan u. Kurucsev. R. 173, 89*
- Polyvinylpyrrolidon*, Molekulargewichtsverteilung von — in der Ultrazentrifuge, *Scholtan. R. 173, 161*
- Porenorientierungsfaktor* in Faserbündeln, *Bießer u. Mason. R. 171, 79*
- Poröse Gesteine*, Anwendung der Monte-Carlo-Methode beim Studium der Flüssig/flüssig-Verdrängung und der Benetzbarkeit von, *Dodd u. Kiel. R. 171, 89*
- Poröse Stoffe*, Nachweis der Bewegung von Wasser durch — bei Vorliegen eines Temperaturgradienten, *Kuzmak u. Sereda. R. 171, 157*
- Potentiale*, elektrochemische — und Oberflächengleichgewichte, *de Witte. O. 171, 135*
- Potentiometrie*, Titrierautomat für, *Halfter, Kuttler u. Köhler. R. 171, 184*
- Prallzerkleinerung*, Bedeutung der, *Puffe. R. 171, 183*
- Properdin*, *Schmidt. B. 171, 153*
- Proteine*, Abtrennung von — aus Eiklar und anderen biologischen Materialien unter Verwendung von DEAE-Cellulose, *Mandeles. R. 173, 93*
- , Anreicherung von — durch Ultrafiltration größerer Flüssigkeitsmengen mit Vibrator-Filtern, *Wilke. O. 173, 133*
- , Beeinflussung der Synthese von — durch ionisierende Strahlungen, *Schubert, Bettendorf u. a. R. 171, 170*
- , Cross- β -Konfiguration in superkontrahierten —, *Astbury, Beighton u. Parker. R. 171, 176*
- , Diffusion von — in Gelen, *Wunderly. R. 171, 94*
- , Dynamik des Eiweißes, *Anonym. B. 173, 145*
- , Einfluß von Ladungsschwankungen auf Überführungszahl und elektrisches Leitvermögen von, *van Os u. Möller. R. 173, 155*
- , Elektrophorese von adsorbierten, *Chattoraj u. Bull. R. 171, 176*
- , Fraktionierung von — an Dextrangelen, *Porath. R. 171, 93*
- , Gerüst—, s. Gerüstproteine
- , Herstellung von mit Tritium markierten — nach der Wilzbach-Methode, *Steinberg, Vaughan u. a. R. 173, 159*
- , Herstellungsmöglichkeiten von fluoreszenzmarkierten, *Uehleke. R. 171, 93*
- , Papierelektrophorese von — in saurem Puffer, *Geller, Custer u. Zittle. R. 173, 92*
- , pH -Titration an polypeptidartigen, *van Kley, Kornuth u. Stakmann. R. 172, 85*
- , Reaktionen von — mit Gossypol, *Lyman, Baliga u. Slay. R. 171, 93*
- , Theorie und Methode für die Ausbreitung monomolekularer Filme von, *Trurnit. R. 173, 87*
- , Wirkung wasserfreier Ameisensäure auf, *Kienhuis, Blasse u. Matze. R. 173, 83*
- der Milch, Bestimmung der — mittels der Xanthoproteinreaktion, *Buriwana. R. 172, 90*
- des Polio-Virus, Aminosäurenquelle und Zeitverlauf der Synthese von, *Levington u. Darnell. R. 171, 168*
- des Serums, Elektrophorese von Antigenen aus — in einem Antikörper enthaltenden Puffer, *Ressler. R. 173, 92*
- des Serums, Nachweis von Oxylysin, *Waldschmidt-Leitz, Bretzel u. Keller. R. 173, 163*
- des Serums, Wärmedenaturierung der Lipoproteine und — in flüssiger Phase bei Gegenwart mehrwertiger Alkohole, *Ambrosino, Liberatori u. a. R. 173, 84*

- Proteine** der Sojabohne, Denaturierung von — durch feuchte Wärme, *Frank. R. 173*, 156
- der Sojabohne, Fraktionierung von Molkenproteinen an DEAE-Cellulose, *Rackis, Sasame u. a. R. 172*, 83
- des Weizenmehls, enzymatischer Abbau von, *Rohrlich u. Schulz. R. 173*, 159
- der Wolle, Dispergierung von — mit Hilfe von Thio-
len in saurer Lösung, *Savige. R. 171*, 193
- Protoplasma**, Permeabilität des, *Höfler. R. 173*, 153
- , Strömung des, *Kamiya. B. 171*, 73
- Pulver**, Meßmethode für die dynamisch-mechanischen
Eigenschaften von — aus hochpolymeren Stoffen,
Thurn. W. K. 173, 72
- , Strukturanalyse von — mittels Durchströmen von
Gasen, *Grubner. R. 173*, 91
- Pumpen**, Verwendung von Zentrifugal—, *Allen. B. 172*,
189
- Quarz**, elastische Schwingungen von Platten aus — in
stationären elektrischen Feldern, *Pfenninger. R. 173*,
150
- , Kationenwanderung und Farbzentrenbildung bei
der Elektrolyse von Platten aus — senkrecht zur
c-Achse, *Pfenninger u. Laves. R. 173*, 150
- Quellung**, innerkristalline, *Scholz. O. 173*, 61
- Reaktionstechnik**, Grundriß der chemischen, *Brötz.
B. 171*, 75
- Redoxpotentiale**, durch Auxin und Tabakrauch hervor-
gerufene negative, *Moldenhauer Brooks. R. 171*, 166
- Refraktometer**, Differential— zum Gebrauch bei Licht-
streuungsmessungen an Lösungen polymerer Stoffe,
Ovenall u. Peaker. R. 173, 92
- Rheologie**, rheologisches Verhalten der Materie, *Müller.
R. 173*, 145
- , Theorie und Anwendungen der, Bd. 3, *Eirich. B. 171*,
77
- , Transactions of the Society of Rheology, Bd. 3,
Andrews. B. 172, 189
- , Wiedergabe der — durch mechanische Modelle,
Gamski. R. 171, 156
- Ribonuclease**, Deuteriumaustausch an zwei kristallinen
Formen von, *Schildkraut u. Scheraga. R. 172*, 84
- , isoelektrische Punkte von — an verschiedenen Ad-
sorbentien, *Barnett u. Bull. R. 171*, 176
- , Position des Histidinrestes des aktiven Zentrums
der — in der primären Proteinkette, *Stein u.
Barnard. R. 173*, 154
- , spezifische Reaktion des Histidinrestes des aktiven
Zentrums der — mit Bromessigsäure, *Barnard u.
Stein. R. 173*, 84
- , Wasserstoffionengleichgewicht der — in einem de-
naturierenden Lösungsmittel, *Cha u. Scheraga.
R. 172*, 79
- Ribonucleinsäure**, Eigenschaften löslicher — aus *Escheri-
chia coli*, *Tissières. R. 173*, 89
- Ribonucleoprotein**, Elektronenmikroskopie der — Teil-
chen aus *E. coli*, *Hall u. Slayter. R. 173*, 157
- , Nucleotid-Zusammensetzung des — aus *Escherichia
coli*, *Spahr u. Tissières. R. 172*, 84
- innerhalb von inhibiertem *Escherichia coli*, *Nomura
u. Watson. R. 171*, 169
- Ruß**, Adsorption von CO₂ und N₂ bei hohen Drucken an,
Jones, Isaac u. Phillips. R. 171, 89
- , ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Test-
ing Materials. B. 171*, 155
- Ruß**, Durchfluß von CO₂ und N₂ durch poröse Proben von,
Jones u. Isaac. R. 171, 83
- Saponine**, Gewinnung von sauren — durch Ionenaus-
tauscher, *Winkler u. Patt. R. 171*, 161
- Sauerstoff**, System Nr. 3 Lief. 4, Luft, Aktiver Sauerstoff
und Ozon, *Gmelins Handbuch der anorganischen
Chemie. B. 172*, 67; **173**, 143
- Schallabdichtung**, ASTM-Normen 1959 für, *American
Society for Testing Materials. B. 171*, 155
- Schaum**, dynamische Struktur von — in Waschmitteln,
Dasher u. Mabis. R. 172, 78
- Schmiermittel**, Regulierung der Reibungscharakteristik
von — durch chem. Zusätze, *Sprague u. Cunningham
R. 171*, 100
- Schmutz**, Einfluß auf den photochemischen Abbau von
Baumwolle, *Morris u. Wilsey. R. 171*, 193
- Schutzüberzüge**, *Scofield. R. 171*, 100
- Sedimentation**, konzentrationsabhängige — in Zwei-
komponenten-Systemen, mit Bezug auf Differential-
Grenzen, *Fujita. R. 171*, 78
- , photoelektrische Methode zur Beobachtung der —
bei geringer Konzentration, *Goring u. Bryson. R. 172*,
90
- Sedimentationsgeschwindigkeit**, Bestimmung der Ver-
teilung des Sedimentationskoeffizienten, wenn der
Einfluß der Diffusion groß ist, *Baldwin. R. 173*, 162
- Sedimente**, Porenraum der, v. *Engelhardt. B. 172*, 190
- Seife**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for
Testing Materials. B. 171*, 155
- Sensibilisierung**, Energieübertragung bei der photo-
graphischen, *Noddack u. Meier. R. 171*, 78
- Serin**, neue Ester des —, *De Wald, Behn u. a. R. 172*, 70
- Serum**, Nachweis der Hormonbindung in Fraktionen
von, *Aly u. Gillich. R. 173*, 163
- , Strahleneinfluß auf den Glutamin-Oxalessigsäure-
Transaminase-Spiegel des, *Brent, Mac Laughlin u.
Stabile. R. 173*, 84
- , Tris-Puffer mit hohem Auflösungsvermögen bei der
Analyse des — durch Papierelektrophorese, *Anonym.
R. 171*, 186
- , Veränderung des Proteinbilds des — durch tiefe
Temperaturen, *Gillissen u. Groeneveld. R. 171*, 165
- vom Menschen, Vergleichsuntersuchung der Tri-
chloressigsäure- und der Perchlorsäure-Extrakte des
— durch Immunoelktrophorese und Polarographie,
Robert, de Vaux St. Cyr u. a. R. 171, 87
- Serumalbumin**, Wechselwirkung von — mit Fluorescein-
farbstoffen, *Vodrážka. R. 173*, 89
- vom Menschen, Acetylierung von, *Vodrážka, Salák
u. Čejka. R. 172*, 191
- vom Menschen, Immunoelktrophorese von modi-
fiziertem, *Steinbuch, Fine u. Battistini. R. 173*, 159
- vom Menschen, Komponenten des wärmedenatu-
rierten, *Štokrová, Bartl u. Šponnar. R. 173*, 160
- vom Menschen, Molekulargewichtsverteilung von —
in der Ultrazentrifuge, *Scholtan. R. 173*, 161
- vom Menschen, unterbrochene Wärmedenaturie-
rung von, *Sedláček. R. 173*, 159
- vom Menschen, Verhalten von — in Boratpuffer-
lösungen, *Šponnar u. Loštický. R. 173*, 159
- vom Rind, Alkali-Denaturierung von, *Kapoor.
R. 172*, 81
- vom Rind, Anionenbindung durch, *Scatchard, Wu u.
Shen. R. 172*, 84

- Serumalbumin* vom Rind, Bindung von Trichloracetationen an, *Scatchard u. Zaromb*. **R. 172**, 84
- vom Rind, Einfluß von pH -Wert und chemischer Modifizierung auf das elektrophoretische Verhalten in sauren Medien, *Cann u. Phelps*. **R. 172**, 79
- vom Rind, Emulgierung von Isooctan durch Komplexe aus — und Natriumdodecylsulfat, *Breuer u. Strauss*. **R. 173**, 150
- vom Rind, *Kerr*-Konstante und Rotationsdiffusion von — in wäßrigen Lösungen, *Krause u. O'Konski*. **R. 171**, 177
- vom Rind, Temperatureinfluß auf die Lichtstreuung der Lösungen von, *Scatchard u. Bregman*. **R. 172**, 83
- Serumproteine*, Diffusion von — in Agar-Agar-Gel, *Wunderly*. **R. 173**, 89
- Siebplattensäule*, Längsdurchmischung in einer pulsierenden — für Extraktion, *Mar u. Babb*. **R. 171**, 80
- , Untersuchung mittels Kastenmethode, *Dechman u. van Winkle*. **R. 171**, 80
- Silicagel*, IR-Untersuchung an der Oberfläche von, *Folman u. Yates*. **R. 171**, 172
- Silicate*, Reaktionen mit organischen Verbindungen, *Deuel*. **R. 171**, 81
- , Rekombination von Wasserstoffatomen an — und ähnlichen Oberflächen, *Green, Jennins u. a.* **R. 171**, 83
- Silicium*, System-Nr. 15, Teil B, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie. **B. 173**, 74
- Silicumdioxid*, Elektronenmikroskopie von kolloidem —, (*Ludox*), *Deželić, Wrisher u. a.* **O. 171**, 42
- , Lichtstreuung des kolloiden, *Bonnelycke u. Dandliker*. **R. 171**, 172
- , Mikrostruktur von Silica bei Gegenwart von Eisen-oxid, *van Vlack*. **R. 173**, 82
- Silicone*, Chemie und Technologie der, *Noll*. **B. 173**, 80
- Sillimanit*, Elementarzellengröße, feste Lösung, Polymorphismus u. Identifikation von, *Agrell u. Smith*. **R. 172**, 68
- Sinterkorund*, elektronenmikroskopische Beobachtungen an „freien“ Oberflächen von, *Schatt u. Schulze*. **R. 172**, 95
- Skelettmuskel*, elektronenmikroskopische Befunde am atrophischen quergestreiften — der Ratte nach Nervendurchtrennung, *Wechsler u. Hager*. **R. 173**, 154
- , elektronenmikroskopisches Bild des — bei Dystrophia musculorum progressiva Erb. *Mölberr*. **R. 173**, 153
- Sole* von Aluminiumhydroxid, Takto—, *Zocher u. Török*. **O. 173**, 1
- von Silberhalogeniden, Koagulationseffekte der hochgeladenen Gegenionen, *Matijević, Broadhurst u. Kerker*. **R. 171**, 173
- von Silberjodid, Bildung von positiven — bei Gegenwart von anionischen grenzflächenaktiven Verbindungen, *Ottewill u. Watanabe*. **O. 171**, 33
- von Silberjodid, Koagulation von mit Tetradecylsulfat überzogenen Teilchen von, *Ottewill u. Watanabe*. **O. 173**, 122
- von Succinaten, Einfluß von Ultraschall auf pH -Wert, Leitfähigkeit und Gelbildungszeit bei manchen, *Upadhyay u. Mushran*. **O. 171**, 31
- von Vanadinpentoxid, Strömungsdoppelbrechung und optische Relaxationszeit von, *Foreman*. **R. 171**, 92
- Sole* von Zinn(IV)-oxid, elektrische Leitfähigkeit, *Parikh, Patani u. Trivedi*. **R. 171**, 92
- Spektren*, thermodynamische Daten der Differenz—, *Hermans, Donovan u. Scheraga*. **R. 171**, 157
- Spektrophotometer*, Anwendung eines neuen Modells des Mikro—, *Catino, Ceruti u. a.* **R. 171**, 184
- Squalen*, quantitative cis-trans-Isomerisierung von, *Cumneen, Higgins u. Watson*. **R. 171**, 190
- Stachys silvatica*, Saugkraftmessungen an — im frischen und welken Zustand, *Rehder*. **R. 173**, 153
- Stahl*, Elektropolieren von Kohlenstoff—, *Acimovic*. **R. 172**, 95
- , Gefügebild von Nitrierzonen des, *Koch*. **R. 171**, 195
- , Korrosionsschutz von — durch gespritzte Zink- und Aluminiumüberzüge, *Ross, Smith u. Mansford*. **R. 171**, 195
- , Nadelstichporosität bei —guß, *Wlodawer*. **R. 171**, 196
- , Säurebad zum chemischen Glänzen von V_2A —, *Schmid u. Steinhausen*. **R. 172**, 192
- Stärke*, Faktoren, die die Viskosität von —Pasten beeinflussen, *Holló, Szejtli u. Hornyák*. **R. 171**, 93
- , Röntgenbeugungsdiagramm von Algen—, *Meeuse u. Kreger*. **R. 171**, 177
- , Zweistufenprozeß für die Herstellung von Dialdehyd— bei elektrolytischer Regenerierung der Perjodsäure, *Pfeifer, Sohns u. a.* **R. 173**, 158
- Statistik*, Methoden der — der kleinen Teilchen, *Herdan, Smith u. a.* **B. 173**, 79
- Staubsinterung* bei der Wirbelschichtströmung, *Lowicki*. **R. 172**, 96
- Staubtechnologie*, Handbuch der Staubtechnik, Bd. 2, *Meldau*. **B. 172**, 188
- Steinkohlenteer*, physikalische Chemie des, *Swietoslawski*. **B. 173**, 144
- Stöchiometrie*, Einführung in die, *Nylen u. Wigren*. **B. 173**, 80
- Stoffwechsel* von 2-Butylaminomethyl-1,4-benzodioxan- ^{14}C , *McMahon*. **R. 171**, 167
- Strahlenschutz*, freie Radikale und, *Smaller u. Avery*. **R. 171**, 170
- Strahlenschutzmittel*, Einfluß von chemischen — auf die strahleninduzierte Oxydation von Dopa zu Melanin, *Hirsch*. **R. 171**, 168
- Straßendecken*, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Suspensionen*, Flockenbildung und Flockenabbau in gerührten — von Ruß u. Eisenoxid in Wasser, *Reich u. Vold*. **R. 172**, 77
- , Rotationsbewegungen von biegsamen fadenartigen Teilchen in gescherten, *Forgacs u. Mason*. **R. 171**, 173
- , Spin und Deformation fadenartiger Teilchen in gescherten —, *Forgacs u. Mason*. **R. 171**, 172
- von Ruß, Stabilisierung von — in Mischungen von Vaselineöl u. trocknenden Ölen, *Sachkel'djan*. **R. 172**, 96
- von Thoriumoxid, Sedimentation von, *Douglas u. Burden*. **R. 171**, 81
- System Chrom/Eisen*, σ -Phase des, *Schüller u. Schwaab*. **R. 171**, 196
- Chrom/Nickel, σ -Phase des, *Schüller u. Schwaab*. **R. 171**, 196
- Kaliumnitrat/Calciumnitrat, Infrarotuntersuchungen an glasigen und kristallinen Proben von, *Borgen, Grjotheim u. Urnes*. **R. 173**, 82

- System Methylenchlorid/Tetrachlorkohlenstoff*, Maass, Schneider u. Wilhelm. **R. 173**, 147
- Polystyrol/Cyclohexan, Änderungen der idealen thermodynamischen Temperatur, McIntyre, O'Mara u. Konouck. **R. 171**, 95
- Siliciumdioxid/Wasser, Einfluß der Substratstruktur auf das, Wade, Every u. Hackerman. **R. 172**, 75
- Systematik der Sachverhalte*, alphabetische Folge zur, Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. **B. 173**, 74
- Taktoide*, komplizierte, Zocher u. Török. **O. 173**, 1
- Taktosole*, s. Sole
- Teflon*, Schmelzen und Kristallisieren von, Kilian u. Jenckel. **R. 171**, 187
- , Stabilität und Oberflächenspannung von wäßrigen Dispersionen von, Jarvis u. Zisman. **R. 171**, 182
- Teigwaren*, Durum und, Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V., Dortmund. **B. 171**, 76
- Teilchengrößenverteilung*, statistische Theorie der Turbulenz bei der Vorausberechnung der — in gerührten Dispersionen, Shinmar u. Church. **R. 173**, 156
- Terminologie*, Rechtschreibung der technischen und chemischen Fremdwörter, Jansen u. Mackensen. **B. 172**, 188
- Testosteron*, Isolierung von — aus Normalharn, Schubert u. Wehrberger. **R. 173**, 153
- Textilien*, ASTM-Normen 1959 für, American Society for Testing Materials. **B. 171**, 76, 155
- Thermodynamik*, Caloen. **B. 173**, 77
- , Einführung in die technische, Jones u. Hawkins. **B. 173**, 144
- im Ingenieurwesen, Jones u. Hawkins. **B. 171**, 155
- Thermoelektrizität*, Egli. **B. 173**, 79
- Thermoplaste*, Fortschritte in der Schweißung harter, Benker. **R. 171**, 97
- , Glasseide als Verstärkungsmittel, Schmidt. **R. 171**, 99
- , Schneckenstrangpressen zum kontinuierlichen Verarbeiten von, Beck. **R. 171**, 100
- Thixotropie*, Bildungsprozeß für thixotrope Gele, Watanabe. **R. 173**, 156
- Thrombin*, Hemmstoff des — aus Raubwanzen, Markwardt u. Schulz. **R. 171**, 166
- Tilia ulmifolia*, Doppelbrechung des Schleimes von, Freytag. **R. 173**, 153
- Titan*, Oberflächenstruktur von aus der Schmelze gewachsenen Kristallen von, Bollenrath. **R. 171**, 195
- Ton*, Methode zur hochintensiven Aufbereitung von, West, Gould u. a. **R. 172**, 95
- , spektralphotometrische Verfahren bei der Analyse von, Hegemann u. Thomann. **R. 173**, 91
- s-Triazine* und Derivate, Smolin u. Rapoport. **B. 173**, 77
- Trockenpressen*, Vorgänge beim, Haase. **R. 173**, 94
- Tropfen*, Größe der in Flüssigkeitsmischern gebildeten, Endoh u. Oyama. **R. 173**, 146
- , Größenbestimmung von — und Zerfall von Flüssigkeiten, Troesch. **R. 171**, 97
- , Koaleszenzerscheinung grober Systeme von, Sata u. Harisaki. **O. 171**, 101
- Trypsin*, aktive u. inaktive Modifikation von — durch Acetylierung, Wong u. Liener. **R. 172**, 85
- Ultrazentrifugierung*, Anwendungsmöglichkeiten der Rayleigh-Interferenzoptik, Richards u. Schachman. **R. 173**, 148
- Urethan-Schäume*, Rieinuspolyole für, Erlich, Smith u. Patton. **R. 172**, 92
- Urheberrecht*, Grundlagenforschung auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes und des, Schramm. **B. 173**, 79
- Vakuolen*, Neutralrotspeicherung in den — der Innenepidermis von Allium cepa, Bancher u. Hölzl. **R. 173**, 152
- Vanadinpentoxid*, Temperatureinfluß auf die magnetische Suszeptibilität des — Systems, Ramakrishna. **O. 173**, 35
- Verformung*, Theorie der elastischen, Müller. **B. 172**, 187
- Vibroskop*, Beschreibung eines, Dusenbury, Wu u. Danziger. **R. 172**, 191
- , Nomogramm für die Benutzung des, Epstein. **R. 171**, 186
- Viskoelastische Relaxationszeit*, Interpretation der Abhängigkeit der — von Konzentration, Druck und Zugkraft auf Grund des freien Volumens, Ferry u. Stratton. **O. 171**, 107
- Viskoelastizität*, molekulares Modell zum Problem der, Nissan u. Higgins. **R. 173**, 81
- , phänomenologische Gesichtspunkte der, Bergen. **B. 172**, 67
- , phänomenologische Relaxationstheorie der Berücksichtigung mikroskopischer Trägheitseffekte, Schlosser. **O. 173**, 48
- Viskose*, Bestimmung des physikalischen Zustandes von Direktfarbstoffen in, Weissbein u. Coven. **R. 171**, 194
- , Physikalischer Zustand von Direktfarbstoffen in — und deren Lichtechtheit, Weissbein u. Coven. **R. 171**, 194
- , rheologische Deutung der Hottenroth-Index-Methode bei, Onogi u. Hayashi. **R. 171**, 193
- Viskosimeter*, Kompensations— mit beweglichen Zylindern, Sreekantath u. Verghese. **R. 173**, 92
- , Rotations— mit Verwendung einer Bezugsflüssigkeit, Hills. **R. 173**, 91
- Viskosität*, Änderung der dielektrischen Relaxationszeit mit der, Rao. **R. 171**, 79
- , dynamische Bestimmung der, Carrelli u. Ragozzino. **R. 173**, 91
- , Einfluß der — auf die Geschwindigkeitskonstante von Polymerisationsreaktionen, Benson u. North. **R. 172**, 70
- , empirische Beziehungen für — daten, Kestin u. Wang. **R. 171**, 80
- , Faktoren, die das nicht-Newton'sche — Verhalten starrer Partikel bewirken, Yang. **R. 172**, 68
- , Interpretation der Abhängigkeit der — von Konzentration, Druck und Zugkraft auf Grund des freien Volumens, Ferry u. Stratton. **O. 171**, 107
- , Messung an Gasen u. Dämpfen im Hochdruckgebiet und bei hohen Temperaturen, Glaser u. Gebhardt. **R. 171**, 183
- , Messung der — einer nicht-Newton'schen Flüssigkeit, Takada u. Hirota. **R. 171**, 97
- , Theorie der Bestimmung der — nach der Methode des schwingenden Behälters, Roscoe. **R. 173**, 81
- , Werte für Paraffine, Varshni u. Srivastava. **R. 173**, 82
- , Werte für Wasser, Roscoe u. Bainbridge. **R. 173**, 149
- Vitalfärbung*, Untersuchung der — an den Hyphen von Polysticta versicolor L. und einigen anderen Basidiomyceten, Drawert u. Schlafke. **R. 171**, 165

- Wachspolituren**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Wandreaktionen**, Stoff- und Wärmeübergang ohne und mit chemischen, *Grigull*. **R. 171**, 80
- Waschmittel**, Anwendung von Ionenaustauschern bei der Analyse von, *Voegt*. **R. 172**, 91
- , dynamische Struktur in Schäumen von, *Dasher u. Mabis*. **R. 172**, 78
- , synthetische — und grenzflächenaktive Substanzen, *Snell, F. D. u. C. T. Snell*. **R. 171**, 196
- Wasser**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- , Nachweis der Bewegung von — durch poröse Stoffe bei Vorliegen eines Temperaturgradienten, *Kuzmak u. Sereda*. **R. 171**, 157
- , Viskosität des, *Roscoe u. Bainbridge*. **R. 173**, 149
- Wasserabstoßende Stoffe**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- Wolframphosphorsäuren**, Beziehung zwischen den Trübungs- und Aktivitätsdaten der, *Goehring, Kerker u. a.* **R. 171**, 159
- Wolle**, Abschätzung der Qualität von, *Whiteley u. Speakman*. **R. 171**, 194
- , Aminosäuregehalt von Cutikel-reichem Material aus, *Bradbury*. **R. 171**, 192
- , Auswirkung von Variationen in der Ernährung der Tiere auf die Plastizität von, *Whiteley u. Speakman*. **R. 171**, 194
- , Bestimmung des Tryptophangehaltes, *Graham u. Statham*. **R. 171**, 187
- , Einfluß der Schafnahrung auf die mechanischen Eigenschaften der, *Burgman*. **R. 171**, 192
- , Einwirkung von Salpetersäure u. Salzsäure auf, *Crewther u. Dowling*. **R. 171**, 192
- , Meßmethode für die Superkontraktion von Fasern von, *White u. Newton*. **R. 172**, 191
- , Schrumpfbeständigmachen von — mittels Polyglycin, *Bradbury u. Leeder*. **R. 171**, 192
- , Superkontraktion und Verhalten bei der Fixierung von veredelten Fasern von, *Haly u. Feughelman*. **R. 172**, 93
- Wolle**, Titrationskurven für die Oberfläche von, *Engel u. Joseph*. **R. 172**, 80
- , Trockengewicht von, *Watt, Kennett u. James*. **R. 171**, 193
- , Umsetzen von — mit oxydierenden Agentien in konzentrierten Salzlösungen, *McPhee*. **R. 172**, 93
- , Unschumpfbarmachen von — mittels Permanganats oder Bromaten in konzentrierten neutralen bzw. angesäuerten Kochsalzlösungen, *McPhee*. **R. 172**, 93
- , Verfilzung von — in konzentrierten Elektrolytlösungen, *Graham u. Statham*. **R. 171**, 192
- Z.** s. auch **C**
- Zellen**, kryoskopische Bestimmung der Substanzkonzentrationen in, *Buckley, Conwa u. Ryan*. **R. 171**, 186
- , Membrantheorie der Permeabilität von, *Levitt*. **R. 173**, 153
- , Polaritätsmechanismus der, *Arens*. **R. 173**, 152
- , Struktur von, *Laurence*. **B. 173**, 80
- Zement**, ASTM-Normen 1959 für, *American Society for Testing Materials*. **B. 171**, 155
- , magnetische Kernresonanz des Wassers in, *Watanabe u. Sasaki*. **W. K. 172**, 185
- Zentralnervensystem**, Veränderungen des — nach 700 r-Ganzkörper-Röntgenbestrahlung, *Caster, Redgate u. Armstrong*. **R. 171**, 167
- Zeolithe**, Adsorptionseigenschaften von — mit prä-adsorbierter Phase, *Cannon u. Rutkowski*. **R. 171**, 89
- , innerkristalline Selektivität bei der Katalyse durch, *Weisz u. Frilette*. **R. 172**, 77
- , interkristalline Kanäle in, *Barrer u. Kerr*. **R. 171**, 82
- , Röntgenkleinwinkelstreuung an den synthetischen — A, X u. Y, *Howell*. **R. 172**, 68
- Zerkleinerung**, Kinetik der Hart—, *Patat u. Lange-mann*. **R. 171**, 80
- Zinnsäure**, Verhalten von salzsauren Lösungen von, *Sadek u. Saleeb*. **O. 173**, 128
- Zustandsgleichung** für adsorbierte monomolekulare Schichten, *Jarvis u. Zisman*. **R. 172**, 74

NEUERSCHEINUNG!

Das Licht im Grundsystem des Kohlenhydratstoffwechsels

Ein Beitrag zur Chemie des angeregten Wasserstoffes

Von Geheimrat Prof. Dr. Dr. Dr.-Ing. RUDOLF SCHENCK, Aachen

(Wissenschaftliche Forschungsberichte, Band 67)

XIII, 136 Seiten mit 19 Abbildungen und 16 Tabellen. 1960. Brosch. DM 35,—, Ganzln. DM 38,—

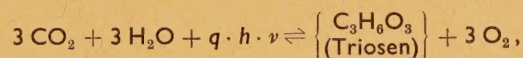
Aus dem Inhalt:

Vorwort — Einleitung — 1. Der Gang der Respiration — 2. Der Gang der Assimilation — 3. Die Gegenläufigkeit von Respiration und Synthese — Die Warburgsche Schnellverbrennung — 4. Energetik der Assimilationsvorgänge — 5. Die Wirkung der Lichtenergie — 6. Die Terme der Photolysequanten und der Quantenbedarf — 7. Die Chemie des angeregten Wasserstoffes — 8. Respirations- und Oxydationslumineszenzen — 9. Lichtenergiegleichgewichte im Kohlenhydratstoffwechsel — 10. Ergänzungen und Zusätze (Zellen, Kolloide, Chemie des Kohlenstoffs, Chemie des Wasserstoffes, Assimilationsarbeit, Zellsaft und Chloroplaste, Intermediäre Reaktionen, Modifikationen der Photosynthese, Dissoziationsarbeit des Hydroperoxydes) — Schlußwort — Literatur — Sachverzeichnis.

Kurzinformation:

Dieser Beitrag aus der Feder des Altmeisters auf dem Gebiet der hohen Temperaturen befaßt sich mit den Problemen des angeregten Wasserstoffes und mit grundsätzlichen Fragen des Kohlenhydratstoffwechsels.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Statik des Systems



in welchem q die Quantenzahl bedeutet, und bei welchem die Statik durch die spezifischen Licht-Affinitäten-Gleichgewichte gekennzeichnet ist, welchen man sich von beiden Seiten her nähern kann. Im Zentrum der weiteren Betrachtung stehen neuartige Reduktionserscheinungen, charakterisiert durch die Verdrängung von Sauerstoff aus organischen Säuren durch angeregten Wasserstoff, sowie die Untersuchung der Bedingungen, unter denen die Verbrennung organischer Verbindungen mit stöchiometrisch nicht ausreichendem Sauerstoff die Bildung angeregten Wasserstoffs hervorruft. Auf diese Weise ist ein höchst anregender Beitrag zur Kohlenhydratstoffwechselforschung entstanden, der sich insbesondere an Biochemiker, Photochemiker und Physikochemiker wendet.

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG · DARMSTADT

Mitarbeiter-Bedingungen:

Manuskripte von Originalbeiträgen und wissenschaftlichen Kurzberichten sind zu senden an:

Prof. Dr. F. H. Müller, Marburg/Lahn, Georg-Voigt-Str. 1 oder
Prof. Dr. J. Stauff, Bad Soden (Taunus), Waldstr. 25a.

Berichte, Sammelreferate und Referate an:

Dr. E. Uhlein, Frankfurt a. M.-Niederrad, Kandelstr. 4.

Patentberichte an:

Prof. Dr. Dr. J. Reitstötter, München 15, Pettenkoferstr. 21.

Rezensionsexemplare und sonstige redaktionelle und geschäftliche Mitteilungen an:

Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, Holzhofallee 35.

Der Eingang der Manuskripte wird umgehend bestätigt. Ihr Inhalt muß — außer im Fall der Berichte — unveröffentlicht sein. Die Verantwortung für den Inhalt tragen die Autoren selbst.

Eine Honorierung findet nicht statt, außer bei angeforderten Sammelreferaten und Tagungsberichten.

75 Sonderdrucke erhalten die Autoren frei, weitere Exemplare auf ausdrücklichen Wunsch gegen Berechnung.

Die Manuskripte müssen leserlich und einseitig mit Schreibmaschine in deutscher, englischer oder französischer Sprache abgefaßt sein. In Fällen, bei denen zur Vermeidung langer Korrekturfristen (Übersee) die Korrektur von der Redaktion erledigt werden soll, ist zweckmäßigerweise das Manuskript im Doppel einzusenden. Eine kurze Zusammenfassung ist anzufügen. Abbildungen sind mit Legenden zu versehen und als klischierfähige Zeichnungen einzureichen, in denen die Beschriftung mit weichem Bleistift eingetragen ist. Formeln bitte deutlich schreiben, insbesondere griechische Buchstaben und Indices. Die Zahl der Abbildungen und Tabellen ist auf das unbedingt Notwendige zu beschränken. Nicht diesen Bedingungen entsprechende Manuskripte werden zurückgesandt.

Für Literaturangaben gelten die üblichen Regeln. Literaturverzeichnis ist am Schluß zusammenzufassen. Wissenschaftliche Kurzberichte (Umfang bis zu 2 Schreibmaschinenseiten) erscheinen im allgemeinen innerhalb eines Monats.

Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung der in dieser Zeitschrift erscheinenden Originalarbeiten während der gesetzlichen Frist vor. Mit der Übergabe des Manuskripts überträgt der Verfasser dem Verlag auch das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen seines Beitrages oder eines Teiles desselben nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen. Diese Genehmigung bezieht sich nur auf die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch. Das Abkommen sieht vor, daß 50% des Reinerlöses zu Gunsten eines Urheberfonds verbucht werden.

Die Kosten für nachträgliche Autorenkorrekturen erreichen häufig ein für den Verlag untragbares Maß. Autorenkorrekturen-Kosten können daher nur bis zu einem Betrag von 10% der gesamten Satzkosten vom Verlag getragen werden. Darüber hinaus entstehende Autorenkorrekturen werden dem Autor in Rechnung gestellt.

Geschäftliche Bedingungen:

Die Kolloid-Zeitschrift erscheint monatlich in 1 Heft zu 96 Druckseiten, 2 Hefte bilden einen Band. Preis des Bandes DM 24,—. Jährlich erscheinen 6 Bände. Die Mitglieder der Kolloid-Gesellschaft erhalten die Kolloid-Zeitschrift zum Vorzugspreis mit 20% Ermäßigung. Die Zeitschrift wird automatisch zur Fortsetzung weitergeliefert, sofern nicht vier Wochen vor Schluß des Berechnungszeitraumes eine Abbestellung vorliegt. Die Zeitschrift ist durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes sowie durch den Verlag zu beziehen. Für jedes Photokopierblatt eines Beitrages oder Beitragsteiles aus dieser Zeitschrift ist eine Wertmarke von DM —,30 zu verwenden. Diese Wertmarken sind bei der Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt a. M., erhältlich. — Alle geschäftlichen Mitteilungen werden an den Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, Holzhofallee 35, Telefon 70966, erbeten. Schriftverkehr betr. Anzeigen ist direkt mit der Anzeigenverwaltung Dr. Karl Niedermeyer, Frankfurt a. M.-West, Georg-Speyer-Straße 76, Fernruf 775036 (Postscheckkonto Frankfurt a. M. 19383) zu führen.

Zahlungen für den Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, können auf nachstehende Konten geleistet werden:
Postscheckkonto Frankfurt/M. Nr. 95697, Deutsche Bank Darmstadt Nr. 46626

Abkürzung des Titels dieser Zeitschrift für Literaturnachweise: Kolloid-Z.